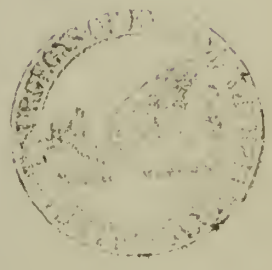
Entwickelungsgeschichte

der

Cephalopoden.

Von

Dr. Albert Kölliker.



Mit 6 lithographirten Tafeln.

Zürich

Verlag von Meyer und Zeller.

1844.

Druck von Zürcher und Furrer.

Dem

Herrn Karl Ernst von Baer,

dem grössten Forscher im Gebiete der Entwickelungsgeschichte.

widmet

diese Blätter in aufrichtiger Hochachtung

der

Verfasser.

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b22290527

Vorwort.

Vorliegende Untersuchungen machen nicht auf den Grad von Vollkommenheit Anspruch, den der Titel anzudeuten scheint, vielmehr sind dieselben noch in sehr vielen Puncten mangelhaft, und umfassen auch nicht die ganze Klasse der Cephalopoden, obschon sie wenigstens die zwei Haupttypen, die in unseren Meeren vorkommen, die Acht- und Zehnfüssler, in sich begreifen.

Seit *von Baer* (Ueber die Entwickelungsgeschichte der Thiere I, pag. 260, Anmerk.) ein tief gefühltes Bedürfniss der damaligen Zeit in den Worten »es kann kaum für etwas die Entwickelungsgeschichte jetzt interessanter sein, als die Beobachtung der Entwickelung der Cephalopoden« aussprach, verging eine lange Reihe von Jahren, ohne dass einer der vielen Naturforscher, die auf längere oder kürzere Zeit das Meer besuchten, dasselbe zu befriedigen getrachtet hätte, mit einziger Ausnahme von *Cuvier*, *Carus*, *Dugès* und *Delle Chiaie*, die uns mit wenigen, oft widersprechenden Angaben bereicherten. In mir wurde zuerst der Wunsch rege, die Bildungsgeschichte der Mollusken, und namentlich der so hoch organisirten und vielversprechenden Kopffüssler, zu studiren, als ich, beschäftigt mit dem Studium der Entwickelung wirbelloser Thiere, die Entwickelung der verschiedenen Thierklassen in ihren Hauptmomenten aufzufassen suchte und davon abstehen musste, mir von derjenigen der Mollusken ein klares Bild zu machen, da aus dem über kleinere Thiere, Lymnæus, Planorbis, Unio u. s. w., Bekanntgewordenen nur unsichere Schlüsse sich ableiten liessen. Es war daher bei einem längeren Aufenthalte an der Küste des Mittelmeeres im Jahre 1842 mein Hauptaugenmerk auf die Cephalopoden gerichtet, und da ich auch von äusseren Verhältnissen sehr begünstigt wurde (ich erhielt nämlich in Neapel vom April an bis zum Juni und noch später Eier von Sepia und Loligo in grosser Anzahl und während der Monate August und September in Messina ebenso häufig die von Argonauta), sah ich mich bald in den Stand gesetzt, zusammenhängende Beobachtungen zu unternehmen, wobei ich nur das zu bedauern fand, dass ich fast alle meine Zeit auf die richtige Auffassung der, so zu sagen, ganz unbekannten und, was innere und äussere Gestaltung betrifft, oft sehr verwickelten morphologischen Verhältnisse wenden musste und weniger, als ich es wünschte, für histologische Forschungen Musse fand.

In Bezug uuf die Formentwickelung gelangte ich bald zur Ueberzeugung, dass *von Baer's* Annahme, die Entwickelungsweise der grossen Thiergruppen sei durch scharf gesonderte Merkmale ausgezeichnet, ganz der Natur entspreche, indem bei den Cephalopoden, und wahrscheinlich den Mollusken allen, einerseits im Gegensatze zu den höheren Thieren der Urtheil des Embryo nicht die Nervenseite (Bauchseite bei den Gliederthieren, Rücken bei den Wirbelthieren), sondern einen anderen Theil der Leibesoberfläche darstellt und auf eine andere Weise in das vollkommene Thier sich umwandelt, anderseits im Gegensatze zu den niederen Thieren nicht der ganze Leib des Embryos auf einmal entsteht, sondern von einem beschränkten Puncte aus sich bildet.

Für die Gewebeentwickelung ergab sich ein Resultat, das, so weit man ersehen kann, für alle Thiere mit Furchungen Geltung zu haben scheint und für die Erkenntniss der Gewebeentwickelung und die Lehre von den Zellen von grosser Wichtigkeit zu werden verspricht, das nämlich, dass die Furchungen von der Entwickelung der ersten Embryonalzellen bedingt sind, dass die Furchungskugeln einzig und allein den Leib des jungen Embryo zusammensetzen, später höchst wahrscheinlich zu secundären Zellen werden und endlich in die verschiedenen Gewebe des Embryos übergehen, mit einem Worte, dass die erste Furchungskugel schon Embryo ist und der reife Embryo einzig und allein aus den in ununterbrochener Nachkommenschaft aus den Furchungskugeln hervorgegangenen secundären Zellen sich aufbaut.

Wenn es mir nun auch gelungen sein sollte, manche neue Thatsache aufzufinden und zugleich mit *Van Beneden*, dessen Beobachtungen über Sepiola ich noch nicht kannte, als ich die meinigen anstellte, die erste zusammenhängende Entwickelungsgeschichte der Cephalopoden zu geben, so verhehle ich mir doch keine der vielen Lücken meiner Arbeit, und wünsche nur, dass recht bald tüchtige Forscher der Fragen, die ich unbeantwortet lassen musste, sich annehmen und vornämlich auch darnach streben möchten, Thatsachen, deren Geltung für höhere Thiere ich aus Mangel an eigenen umfassenden Untersuchungen nur bedingungsweise aussprechen konnte, in ihr wahres Licht zu stellen.

Zürich, den 10. October 1843.

A. Kölliker.

Inhaltsverzeichniss.

I. Zehnfüssler.

Sepia officinalis und Loligo sagittata.

Seite.

Erster Abschnitt. Entwickelung des Eies bis zum Beginne der Furchung 1

Zweiter Abschnitt. Die Furchungen der Eier und die Bildung des Keimes 17

Dritter Abschnitt. Bildung der ersten Organe des Embryos bis zur Abschnürung desselben vom Dotter und Entstehung des Dottersackes 41

Vierter Abschnitt. Von der Abschnürung des Embryos von dem Dottersacke bis zu seiner Enthüllung 65

1. Aeussere Bedeckungen 70

a) Flimmer- und Pflasterepithelium 70

b) Pigmentflecken 71

c) Lederhaut 71

d) Rückenschale von Sepia 72

2. Muskeln 74

3. Knorpel 75

4. Nerven 77

5. Gefässsystem 79

a) Herzen 79

b) Gefässe 80

c) Kiemen 85

6. Dottersack und Darmsystem 86

a) Aeusserer und innerer Dottersack 87

b) Darmkanal 93

c) Die Lebern 95

d) Speicheldrüsen 97

e) Tintenbeutel 98

Seite.

7. Zellgewebe 98

8. Sinnesorgane 99

a) Auge 99

b) Gehörorgan 103

c) Geruchsorgane 107

Rückblick auf die histologische Entwickelung der Sepia und Loligo 111

Allgemeines über Zellen 140

1. Primäre Zellen, Embryonalzellen 142

2. Kerne der primären Zellen 149

3. Umhüllungskugeln 151

4. Secundäre Zellen 154

II. Achtfüssler.

Argonauta argo, *Tremoctopus violaceus* 161

Rückblick auf die morphologische Entwickelung der Cephalopoden 166

I. Zehnfüssler.

Sepia officinalis und Loligo sagittata.

ERSTER ABSCHNITT.

Entwickelung des Eies bis zum Beginne der Furchung.

Die weiblichen Geschlechtstheile der Cephalopoden sind nach dem Typus derer der meisten Wirbelthiere gebildet, indem ihr Eierstock und Eierleiter in keinem direkten Zusammenhange stehen. Ersterer ist ähnlich einer Drüse baumförmig verzweigt und von einer häutigen Kapsel, der Eierstockskapsel, umgeben, mit der er, an einer Seite nur, durch einen soliden Stiel verbunden ist. Sein Gewebe besteht aus feinen Fasern und Blutgefässen, die am Anheftungspunkte des Stieles eindringen, und einem Pflasterepithelium von ziemlich kleinen Zellen, das die kolbig angeschwollenen Enden, welche die Eier enthalten, von innen bekleidet. Die ausführenden Geschlechtstheile stehen, wie gesagt, mit dem Eierstocke in keinem unmittelbaren Zusammenhange. Der Eierleiter entspringt im Grunde der Eierstockskapsel mit einer rundlichen Oeffnung, bleibt bei Loligo einfach, theilt sich bei Sepia in zwei, schwillt bei beiden in einen walzenförmigen Uterus an und steht mit einer grossen Drüse in Verbindung.

Die jüngeren Eier von Sepia und Loligo zeigen runde Gestalt, bestehen aus Dotterhaut, körnigem Dotter, Keimbläschen und Keimfleck. Ihre Entstehung ist schwer zu beobachten, denn sie geht da und dort an unbestimmten Stellen inmitten der Substanz des Eierstockes vor sich. Einige Male habe ich grössere und kleinere Körner, den Keimflecken ziemlich ähnlich, isolirt im Fasergewebe des Eierstockes gefunden, die ganz gewiss nicht von zerstörten, schon gebildeten Eiern herrührten; allein beim Mangel sicherer Kriterien für eine solche Deutung mag ich aus dieser Beobachtung keine weitern Schlüsse ableiten. Dagegen findet man beinahe in jedem Eierstocke und besonders augenfällig in den unentwickelteren jüngerer oder den ihrer reifen Eier befreiten älterer Thiere Eier von einer solchen Kleinheit, dass sie noch keine oder fast keine Hervorragung an den Stielen

anderer Eierkapseln, in denen sie vergraben sind, bewirken. Mit dem Grösserwerden der Eier sieht man dann das Gewebe des Eierstockes in eine Blase sich erheben, die immer voller und voller werdend endlich als kugeliges Gebilde sich abschnürt und bald mit einem längern oder kürzern Stiele sich versieht. Es ist aus Gründen, die ich später angeben will, nicht unwahrscheinlich, dass die Ausdehnung des Gewebes des Eierstockes einzig und allein auf mechanische Weise durch das Wachsthum der Eier bewirkt werde, und auch die Bildung des Stieles lässt auf ähnliche Weise sich denken, indem man annehmen kann, dass die Eier durch ihr Gewicht denselben hervorbringen, denn es sind, das Thier im natürlichen Zustande gedacht, alle Stiele eines Eierstockes mehr oder weniger nach oben, die Eierkapseln nach unten gerichtet und überdiess die Stiele der grössten Eier am längsten; doch habe ich für diese Annahme keinen sichern Grund, wie für die obige.

Mit dem Grösserwerden der Eier vergrössern sich alle Theile derselben oder nehmen an Masse zu. Der Keimfleck und das Keimbläschen sind von dieser Zunahme so wenig ausgeschlossen, als Dotter und Dotterhaut; doch wachsen sie verhältnissmässig viel weniger. Später tritt ein Zeitpunkt ein, wo in dem Keimbläschen das Wachsthum stille zu stehen scheint oder wenigstens sehr unbedeutend ist, während die äussern Theile noch zunehmen. Uebereinstimmende Beobachtungen haben *Schwann**) und *Vogt***) an verschiedenen Wirbelthieren gemacht.

Ausser diesen gehen mit den Eiern noch einige Veränderungen vor. Die etwas grösseren Eier nämlich treten von der runden Gestalt allmälig in die eiförmige über, so dass der spitze Theil dem freien Ende der Eierkapseln, der stumpfe dem Stiel derselben zugewandt erscheint. Ganz ohne Ausnahme findet sich dann auch das Keimbläschen, das schon bei den noch runden Eiern stets der Dotterhaut anlag, immerwährend dicht an derselben am spitzen Pole der Eier. Die Membran der Eierkapseln, die bei kleineren Eiern mehr Festigkeit zeigte, ist bei den reiferen ganz zart geworden, liegt der Dotterhaut dicht an, und zeigt dieselben Umrisse, wie die Eier selbst; der erst kurze und dicke Stiel der Kapseln ist länger und zarter und erscheint an den grössten Eiern nur noch wie ein feiner, von der Mitte des stumpfen Eiendes ausgehender Faden. Die auffallendste Veränderung von allen ist aber folgende. In reifern Eierstöcken findet man alle grösseren Eierkapseln von einem zierlichen Netz feiner Maschen überzogen, von denen man beim ersten Blick nicht zu sagen weiss, ob sie im Eie selbst oder der Haut der Eierkapsel ihren Sitz haben. Ich versuche es, dieselbe zu beschreiben, doch bitte ich, vorher einen Blick auf die beiliegende Zeichnung zu werfen, wo ich eine möglichst naturgetreue Darstellung derselben gegeben habe. So unregelmässig auch anfangs die Maschen gebildet scheinen, so zeigen sie doch

---

*) Mikroskopische Untersuchungen p. 51.

**) Entwickelung der Geburtshelferkröte, pag. 15. Embryologie des Salmones, pag. 4 sqq.

bei näherer Prüfung gewisse, bei allen Eiern wiederkehrende Verhältnisse. Bei allen ist eine Anordnung in Längsreihen, die vom stumpfen Pole des Eies bis zum spitzen ziehen, nicht zu verkennen. Solcher Meridianreihen, wie ich sie nennen will, zähle ich durchschnittlich 12—15, und finde sie ganz gewöhnlich nach dem spitzen Pole zu deutlicher als am stumpfen ausgeprägt; doch kommt beinahe kein Ei vor, wo man nicht 2—4 Maschenreihen von einem Pole zum andern verfolgen könnte. Die Maschen selbst sind ziemlich unregelmässig, drei-, vier-, fünfeckig, u. s. w., die Ecken fast immer stumpf und abgerundet; der längste Durchmesser derselben geht entweder dem Längs- oder Querdurchmesser des Eies parallel, steht aber auch nicht selten in verschiedenen Richtungen schief. Aus der eiförmigen Gestalt der Eier und dem Umstande, dass die Reihen von einem Pole zum andern ziehen, erklärt sich einmal, dass die Maschen am stumpfen Pole weiter sind, als am spitzen, ferner, dass die viereckigen Maschen, welcher Gestalt weitaus die Mehrzahl derselben gehören, in der Gegend des Aequators des Eies Vierecken im engeren Sinne dieses Wortes, am stumpfen Pole vorzugsweise Rechtecken mit quergestellten längeren Seiten, am spitzen Pole solchen mit den Meridianen parallelen längeren Seiten gleichen. Am stumpfen Eipole stossen die Endmaschen aller Reihen an einander, doch nicht so, dass 12—14 Maschen, entsprechend der Zahl der Reihen, um einen Punkt gelagert sind, sondern es finden sich, da manche der Reihen etwas früher enden, meist nur 4—6 Maschen im eigentlichen Mittelpunkte dieses Poles; am spitzen Pole dagegen waltet ein anderes Verhältniss. Hier stossen die Endmaschen nicht zusammen, sondern jede hat für sich in einiger Entfernung vom Mittelpunkte dieses Poles ihren Sitz, so dass hier ein kleiner freier Raum sich vorfindet, der je nach der Zahl der Reihen von 12—14 Maschen umkreist wird. Diese Endmaschen des spitzen Poles zeigen noch ausserdem das Auffallende, dass sie nach einer Seite, nämlich nach dem Zentrum des Poles hin, nicht geschlossen, und dessnahen, da sie meist rechteckige Gestalt haben, nur an drei Seiten begrenzt sind. Im Zentrum dieses Poles inmitten der 14 offenen Maschen sieht man in allen Eiern, die einige Zeit in Spiritus verweilten, einen milchweissen, runden Punkt, dessen Natur ich später aufhellen werde. Von den einzelnen Maschen ist noch das zu erwähnen, dass sie nicht selten durch Linien, die von der einen oder andern ihrer Seiten ausgehen und bis in ihre Mitte und selbst darüber hinausragen, in 2, selbst 3 unvollkommen abgegrenzte Abschnitte getheilt werden.

Bevor ich die Entstehung und weitere Umwandlung dieser Maschen und ihre Bedeutung näher bespreche, will ich einige dieselben betreffende geschichtliche Angaben mittheilen. *Delle Chiaie* scheint der Erste gewesen zu sein, der die Eier von Cephalopoden in diesem Zustande beobachtete. Er bildet in seinen *Memorie* 2te Ausg. auf Tab. 12, Fig. 18 Eier von Sepia officinalis, auf Tab. 3, Fig. 15 ein Ei der Eledone moschata, auf Tab. 15, Fig. 15 nochmals ein Ei von Sepia officinalis mit Maschen ab. Die erste

dieser Abbildungen ist ganz schlecht, die zweite kann ich nicht beurtheilen, die dritte ist ziemlich gut, doch die Maschen viel zu regelmässig. Aus dem Texte (vid. *Memorie* 2te Ausg. I, pag. 36) ergibt sich nur, dass er das Bild dieser Maschen als durch Blättchen bedingt betrachtet, die von der Haut der Eierkapsel abgehen, und bei den Sepien und Sepiolen vielleicht zu Hüllen neuer Eier sich gestalten, die dann von einer gemeinsamen Membran umgeben wären; die Dotterhaut soll nach ihm glatt sein. Ich führe die Stelle wörtlich an, da diese Ausgabe noch wenig verbreitet ist: »Ogni uovo con cicatrice esteriore nel calamaro totaro ha la tunica coriacea trasparente piena di grani globosi e di umore latticinoso, che nella seppia e seppietta osservasi glutinoso, niente dissimile da gruppi di gragnuola. *Le laminette che per lungo dividono la buccia ovifera* dell' eledona Aldrovando, nelle seppie e seppiette forse diventano separazioni di ulteriori uovicini rinchiusi da tunica comune.« Auch *Brand* hat bei Sepia die Maschen der Eier gesehen; wenigstens beschreibt er die Oberfläche derselben als von maschigem Ansehen (Med. Zool. II, pag. 300) und bildet sie Tab. 32, Fig. 27 roh ab. Ferner scheint *Owen* beim Nautilus Pompilius ähnliche Maschen gesehen zu haben. Er sagt in seinem Memoir on the Pearly Nautilus pag. 42: »The cavity of the ovary was filled with numerous oval bodies of different sizes, which were attached by one extremity to the ovarian capsule, but were free and perforated at the opposite end; and were smooth exteriorly, but *rugose* and apparently granular on the inner surface, owing to *numerous minute wavy plicae* adhering thereto. The largest of these masses (capsula ovifera) were four or five lines in length.« Hieraus und aus seiner Pl. 8, Fig. 9 c', kann ich wohl meine Annahme rechtfertigen, obschon *Owens* Angaben noch viel zu wünschen lassen. Ausser diesen Männern hat, so viel mir bekannt geworden ist, nur noch *Dr. A. Krohn* die Maschen der Cephalopodeneier gesehen. Aus dessen mündlicher Mittheilung weiss ich, dass er sie bei Sepia officinalis netzförmig, bei Octopus vulgaris als einfache, von einem Pole des Eies zum andern ziehende Längslinien getroffen hat, und sie für Falten hält, die von der Haut der Eierkapsel nach innen gehen und in das Ei eindringen; die Gefässe der Eierkapsel sollen auf den Falten sich verbreiten, und durch die ganze Einrichtung eine vollkommenere Ernährung des Eies möglich gemacht werden. Ich selbst bin in Neapel durch *Krohn* auf diese eigenthümliche Eibildung aufmerksam gemacht worden, und fand sie dann auch gleich bei Sepia officinalis, nach welcher ich die oben gegebene Beschreibung entwarf. Später boten mir Sepiola Rondeleti, Argonauta argo und Tremoctopus violaceus ähnliche Verhältnisse. Eine genauere Untersuchung ergab das Resultat, dass die Maschen oder Falten nicht in der Haut der Eierkapsel, sondern im Ei selbst ihren Sitz haben, und liess mich sowohl ihr Entstehen als allmäliges Verschwinden erkennen, welche Momente ich im Folgenden erörtern will. Vorher bemerke ich noch, dass die, welche über diese Bildungen Aufschluss zu erhalten wünschen, zuerst an Sepia und etwa noch an Sepiola sich zu wenden haben, da diese unter allen leichter

zugänglichen Cephalopoden die grössten Eier besitzen, die eine Untersuchung mit feinen anatomischen Instrumenten erlauben.

Durch folgende, sehr einfache Manipulation gelang es mir, zu zeigen, dass die Haut der Eierkapsel keinen Antheil an den Maschen hat. Ich legte ein grösseres maschiges Ei, sammt dem Stiele, an dem es hing, in eine Wasser enthaltende Schale mit schwarzem Grunde. Dann fasste ich mit zwei feinen Pincetten den Stiel, riss ihn gegen das Ei hin ein, und eröffnete die Eierkapsel, die, wie ich schon oben sagte, in dieser Periode aus einem sehr zarten Häutchen besteht. War der Riss lang genug, so rollte, wenn ich die eine Hälfte der gespaltenen Eikapselhaut sanft in die Höhe hob, das Ei ganz von selbst heraus, indem es durch keinerlei Gebilde, Gefässe oder anderweitige Theile, mit seiner Kapsel sich verbunden zeigte. So oft ich nun auch frische oder in Weingeist gelegene Eier auf diese Weise untersuchte, kam ich jedesmal ohne Ausnahme zu demselben Resultate, einmal, dass die Eier ganz frei in den Eikapseln liegen, und zweitens, dass die Maschen einzig und allein in den Eiern ihren Sitz haben, die Eikapseln dagegen an ihrer innern Fläche ganz glatt sind. Jeder, der diese Verhältnisse untersucht, wozu sich oft genug Gelegenheit darbietet, wird leicht meine Angaben bestätigen können, da fast immer unter zwei bis drei Sepienweibchen eines mit maschigen Eiern sich findet; auch habe ich selbst noch eine ziemliche Zahl solcher Eier, an denen ich Jedem, der es wünscht, die besprochenen Verhältnisse erläutern kann.

Vorausgesetzt nun, dass die Maschen im Eie selbst ihren Sitz haben, so frägt es sich: worauf beruht das Bild von Maschen, das die Eier äusserlich an sich tragen, und welche Eitheile kommen hier in Betracht? Um über diese Punkte Aufschluss zu erlangen, schnitt ich ein Ei unter Wasser der Länge nach durch. Ich fand auf diese Weise, dass der ganze Umkreis desselben mit kugeligen, ziemlich hohen Warzen besetzt ist, die so dicht an einander stehen, dass sie nicht beim ersten Anblick, sondern erst, wenn die Eier zu zerfliessen anfangen und die einzelnen Erhabenheiten derselben von einander sich trennen, als solche erkannt werden und früher den Anschein darbieten, als ob, von der als eine weissliche Linie erscheinenden Dotterhaut, eine Unzahl zarter Scheidewände eine Strecke weit in den Dotter hineinragten. Querdurchschnitte ergaben ganz dasselbe und ebenso schiefe; immer zeigten sich dieselben von der Peripherie in den Dotter eingehenden Membranen, immer dieselben von einander sich lösenden Warzen. Ich werde nun beweisen, dass diese Erhabenheiten keine Kunstprodukte sind, dass die scheinbaren Scheidewände, welche die Dotterhaut abschickt, wirklich Duplikaturen, Faltungen derselben sind, dass die Dotterhaut äusserlich, statt glatt zu sein, mit einer Menge feiner Furchen versehen, endlich dass der Dotter an seiner ganzen Peripherie mit kugeligen, dicht stehenden, überall von der Dotterhaut bekleideten Erhabenheiten besetzt ist, die eben bei Betrachtung der äussern Fläche des Eies das Bild eines netzförmigen Maschenwerkes darbieten.

An frischen Eiern fand ich es schwer, mir hievon eine Anschauung zu verschaffen, denn die Zartheit der Theile war dazumal so gross, dass ich darauf verzichten musste, Dotter und Dotterhaut zu isoliren; nur indem ich möglichst feine Schnitte von den Rändern der Eier unter das Mikroskop brachte, gelang es mir, die Verhältnisse des Dotters zur Dotterhaut herauszubringen. Ich konnte nicht blos die Umrisse des Dotters von der Dotterhaut deutlich unterscheiden, sondern auch die Einfaltungen der letzteren als solche erkennen, da losgetrennte Stücke der Eier, auch ohne dass sie komprimirt wurden, wegen der geringen Kohärenz des Dotters in etwas zerflossen, und die zwei Platten der Duplikaturen an vielen Stellen mehr oder weniger von einander wichen. Gleich sichere, aber leichter zu gewinnende Resultate bot mir die Untersuchung in Weingeist oder verdünnter Salpetersäure erhärteter Eier. Ich spaltete diese der Länge nach mitten entzwei, höhlte von innen her die Hälften aus, indem ich erst mit einem feinen Skalpellstiel und dann mit einem Pinsel den Dotter nach und nach sorgfältig wegschaffte, bis mir am Ende nichts als die reine Dotterhaut übrigblieb, die, von innen betrachtet, ganz wie eine leere Bienenwabe sich ausnahm, indem, was von aussen gesehen, einem Netzwerk glich, von innen als rundlich eckige, durch Scheidewände abgegrenzte Gruben sich zeigte. Liess ich den Dotter, der immer mit einiger Schwierigkeit aus den Gruben herauszubringen war, in denselben, so war die Aehnlichkeit mit einer Wabe noch grösser. Schwieriger war es, mit dem Messer die Duplikaturen der Dotterhaut zu entfalten; doch gelang auch dieses theils an Dotterhäuten, die ich auf die beschriebene Weise isolirt hatte, theils, indem ich die Eier der Quere oder Länge nach spaltete, wobei gar nicht selten der Riss von den Furchen an der äussern Fläche der Dotterhaut aus gerade in eine Falte eindrang, in deren Grunde dann bei vorsichtigem Verfahren der Uebergang einer Lamelle der Dotterhaut in die andere leicht wahrgenommen werden konnte. Endlich sah man auch, wenn man die äussere Fläche einer isolirten Dotterhaut unter dem Mikroskope betrachtete, ganz deutlich die Furchen zwischen den einzelnen Erhabenheiten derselben und an den Falten die zwei Platten, die sie zusammensetzen. Diesem zu Folge bestehen die Eier mit den sogenannten Maschen aus einem an seiner Oberfläche mit warzigen, dichtstehenden Erhabenheiten von halbkugelig eckiger Gestalt versehenen Dotter, die überall an ihren äussern, wie seitlichen einander zugewandten Flächen von der einfachen, aber Falten bildenden Dotterhaut überzogen sind, und nur nach einer Seite, nach innen nämlich, mit dem übrigen Dotter in freiem Zusammenhange stehen. Zwei Annahmen, die vielleicht sich aufdringen könnten, müssen demnach als von der Beobachtung durchaus und ohne allen Zweifel widerlegt zurückgewiesen werden, einmal die, dass die häutigen Abtheilungen zwischen den einzelnen Erhabenheiten des Dotters einfache, von der innern Fläche der Dotterhaut abgehende Scheidewände seien, und zweitens, dass die Erhabenheiten der Dotterhaut äusserlich aufsitzen, ähnlich den Auswüchsen, wie sie

an den den Eiern entsprechenden Pollenkörnern und Sporen der Pflanzen und auch an den Eiern mancher wirbelloser Thiere sich finden.

Ein Jeder, welcher der hier gegebenen Beschreibung dieses eigenthümlichen Zustandes der Eier der Sepia gefolgt ist, und die beigegebenen Abbildungen verglichen hat, wird wohl unwillkührlich an die Furchungen der Eier anderer Thiere erinnert worden sein, und vielleicht glauben, ich habe sich furchende Eier etwa aus dem Stadium der Brombeerform vor mir gehabt. Namentlich werden diejenigen, welche eine Umhüllung der Furchungskugeln durch die Dotterhaut*) annehmen und beschreiben, sehr geneigt sein, in meinen Beobachtungen eine Bestätigung der ihrigen zu sehen. Allein so plausibel auch eine solche Annahme scheinen mag, so wird doch der Verlauf lehren, dass sie durch die gewichtigsten und vollkommen hinreichenden Gründe zurückgewiesen wird, die theils der Beschaffenheit des Inhaltes der Eier, theils der Entwickelung und dem weitern Verlauf dieser *Faltungen der Dotterhaut*, wie ich von nun an diesen Vorgang nennen werde, enthoben sind.

Zuerst beschreibe ich die weitere Entwickelung dieser Faltungen, die, gesetzt dass man das Glück hatte ein Weibchen von Sepia zu treffen, das eben im Begriff stand, seine Eier zu legen, ohne Mühe zu beobachten war. Hier traf man in der Eierstockskapsel eine grössere oder geringere Anzahl von Eiern, die von ihren Eierkapseln oder Graafschen Bläschen, wie man diese nennen könnte, sich losgelöst hatten, ganz frei in derselben lagen, und bereit waren, von den erweiterten Eierleitern aufgenommen zu werden. Verglich man diese theils mit den in den Anfängen der Eierleiter, theils mit den noch in ihren Kapseln befindlichen Eiern, so fand man nach beiden Seiten hin mannigfache Uebergänge. Die Eier im Anfange der Eierleiter zeigten noch keine Spur von Chorion, besassen eine einfache, innen und aussen ganz glatte Dotterhaut und einen in seinen Umrissen durchaus ebenen Dotter; ihr Längendurchmesser betrug 3‴. Diesen auf ein Haar an Grösse und übriger Beschaffenheit gleichkommende Eier fanden sich nun auch frei in der Eierstockskapsel. Aber auch Eier mit Faltungen wurden unter diesen getroffen, die lebhaft an die noch in ihren Kapseln eingeschlossenen, erinnerten; nur waren einmal die Eier grösser, 2,7—2,8‴ im Längendurchmesser, dann bei äusserlicher Betrachtung das Netzwerk grossmaschiger, mit andern Worten, die Erhabenheiten des Dotters breiter, umfangreicher, im Mittel 0,3‴ breit, endlich, wie man auf Quer- und Längeschnitten sah, die Duplikaturen der Dotterhaut viel weniger tief und in Folge dessen die Dotterauswüchse sehr niedrig, wesshalb von aussen das Netzwerk gar nicht so scharf und zierlich erschien, und die einzelnen Hervorragungen undeutlich begrenzt sich zeigten. Diese Eier waren von den ganz glatten nur noch durch eine Stufe getrennt, und auch diese fand sich vor: Eier mit so verwischten

*) Nach einer brieflichen Mittheilung hat *Vogt* in Folge neuer Untersuchungen nun auch bei Alytes sich davon überzeugt, dass die Dotterhaut nicht zwischen die Furchungshügel eindringt, sondern glatt über dieselben hinweggeht.

Grenzlinien der Maschen, dass sie nur mit Mühe zu finden waren, mit theilweise geschwundenem, theilweise nur dem kundigen Auge noch sichtbarem Netzwerk, Erhabenheiten und Faltungen der Dotterhaut.

Auf der andern Seite konnte aber auch an den noch eingekapselten der Uebergang zu den gefalteten, aber freien Eiern nicht verkannt werden; denn von denen, die meiner obigen Beschreibung zum Muster dienten, und bei 2,1‴ Länge, Maschen vom Durchmesser von 0,15‴ besassen, fanden sich immer grössere mit weiteren Maschen, seichteren Duplikaturen der Dotterhaut, niedrigeren Erhabenheiten des Dotters, undeutlich werdenden Maschen bis zu solchen von 2,7‴ Länge und Maschen von 0,24 — 0,3‴ Durchmesser, sehr ähnlich den freien, noch faltigen, so dass aus dieser vollkommen vorliegenden Stufenreihe sich unzweifelhaft ergab, dass die Eier, indem sie ihre endliche Grösse gewinnen, nach und nach die Auswüchse ihrer Dotteroberfläche und die Faltungen der Dotterhaut verlieren und wieder vollkommen glatt werden, wie die jüngsten Eier waren, und zwar dadurch, dass die Auswüchse breiter und niedriger, die Einfaltungen immer seichter werden.

Ich wende mich nun zur Darstellung der Entstehung der Faltungen, einem der Kleinheit der zur Beobachtung vorliegenden Gegenstände wegen schwierigeren Punkte. Die kleinsten Eier waren, was Dotteroberfläche und Dotterhaut betrifft, ganz glatt; erst an solchen, die 0,33‴ und darüber massen, bemerkte ich mit Hülfe des Mikroskops, namentlich bei auffallendem Lichte, die ersten Falten, und zwar einzig und allein die Längsfalten, 4—6 an der Zahl, die am Aequator der elliptischen Eier am stärksten waren und die Pole nicht ganz erreichten. An grösseren Eiern fanden sich schon mehr Längsfalten, 12—14, gerade so viel, als später Reihen von Auswüchsen des Dotters erscheinen; öffnete man dieselben durch Quer- oder Längsschnitte und entfernte vorsichtig den Dotter, so fand man die Falten der Dotterhaut sehr niedrig; von Querfalten keine Spur. Es wurden nun in grösseren Eiern die Einfaltungen der Dotterhaut immer tiefer, so sehr, dass sie dem Radius des kleinern Durchmessers der Eier an Länge beinahe gleichkamen und daher in der Längenachse derselben einander fast berührten. Erst jetzt, als die Längsfalten ihre grösste Entwickelung erreicht hatten, traten in schwacher Andeutung zwischen denselben die ersten Querfalten auf, von denen ich nicht weiss, ob sie in der Mitte zuerst, oder an allen Stellen zwischen den Längsfalten zugleich erschienen. Betrachtete man eine Dotterhaut aus dieser Periode nach entferntem Dotter von innen, so sah man auf den ersten Blick einige starke Längsfalten und nur bei aufmerksamer Nachforschung im Grunde derselben die zarten Querfalten. Das Ganze glich auffallend einem Magen oder Darm mit bedeutenden Längsfalten und wenig entwickelten Querfalten zwischen denselben. Von aussen besehen, liess ein solches Ei ebenfalls Maschen erkennen; doch lagen dieselben in scharf gesonderten Längsreihen. Von nun an kam die Reihe der Ausbildung an die Querfalten, und je mehr diess geschah, um

so mehr bildeten sich die Längsfalten zurück und verloren an Tiefe, bis endlich beide dieselbe Stärke hatten, wie an den Eiern, von deren Beschreibung ich ausging.

Es zeigt also die Entwickelung der Faltungen der Dotterhaut, oder der Auswüchse der Dotteroberfläche, folgende verschiedene Perioden:

1) Der Dotter erhebt sich in Längsstriemen, die Dotterhaut bekömmt Längsfalten; beide nehmen bis zu einem bestimmten Grade, jene an Höhe, diese an Tiefe zu.
2) An den Längsstriemen erheben sich eine Reihe der Quere nach gesonderte Erhabenheiten, die Dotterhaut bekommt Querfalten. Während diese sekundären Erhabenheiten wachsen, verlieren die Längsstriemen immer mehr an Höhe, die Furchen zwischen ihnen werden ausgefüllt, bis beide dieselbe Höhe erreicht haben, wo dann das Wachsthum der erstern beendigt ist; dem entsprechend werden die Querfalten erst tiefer, die Längsfalten seichter, bis beide dieselbe Tiefe haben und das Wachsthum der erstern stille steht.
3) Beiderlei Erhabenheiten des Dotters werden nach und nach niedriger, zugleich umfangreicher, bis endlich die Oberfläche des Dotters wieder ganz eben ist; die Falten der Dotterhaut werden immer niedriger, rücken weiter auseinander, und schwinden endlich ganz, so dass die Dotterhaut wieder völlig glatt wird.

Während aller dieser Vorgänge nimmt das Ei beständig an Grösse zu; es müssen daher die Erhabenheiten und Faltungen, da sie an Zahl sich gleich bleiben, erstere anfangs schmaler sein, nachher breiter werden, letztere erst enger, dann weiter auseinander stehen.

So viel über die Eier von Sepia vulgaris und deren Faltungen. Was die anderen Cephalopoden betrifft, so habe ich bei Sepiola, soviel ich an Weingeistexemplaren sehen konnte, ganz ähnliche Verhältnisse gefunden, von Loligo habe ich die Eier aus diesen Stadien niemals zu Gesicht bekommen; bei Argonauta und Tremoctopus dagegen fand ich nur Längsfalten, ebenso *Krohn* bei Octopus, *D. Chiaie* bei Eledone, und *Owen* beim Nautilus. Es scheint demnach, dass je nach den Gruppen der Cephalopoden auch in diesen ersten Eizuständen verschiedene Verhältnisse auftreten.

Ich komme nun zur Darlegung der während dieser mannigfaltigen äussern Erscheinungen sich kundgebenden innern Veränderungen. Vor Allem ist hier das Verhältniss von Keimbläschen und Keimfleck und die Frage über das Verschwinden derselben wichtig. In den jüngern Eiern bis zum Beginne der Faltungen ist es ein Leichtes, das Keimbläschen zu sehen; je grösser aber die Eier werden, um so schwieriger wird die Aufsuchung desselben; doch habe ich es oft an Eiern aus den ersten Faltungsperioden und auch einige Male an solchen aus den spätern gesehen, und zwar immer hart an der Dotterhaut, am spitzen Pole der Eier. Doch wäre ich immer noch etwas unentschieden und gegen meine Beobachtung misstrauisch gewesen, wenn ich nicht ein Mittel gefunden hätte, um dasselbe auch an den

grösseren und grössten Eiern mit Leichtigkeit darzustellen. Es ist diess die Behandlung der Eier mit Weingeist oder verdünnter Salpetersäure, wodurch das Keimbläschen sammt dem Keimfleck eine von dem übrigen Dotter und der Dotterhaut verschiedene Konsistenz und Farbe gewinnt und, während die übrigen Eitheile mehr blass und halbdurchsichtig bleiben, durch und durch weiss wird. Der weisse Fleck, von dem ich oben angab, dass er am spitzen Pole der Eier an einem von Falten freien Raume sich finde, ist nichts anderes als das Keimbläschen, das auch hier noch seine alte, ursprüngliche Lage behauptet. Nicht bloss sieht man, wenn man ein Ei öffnet und den Dotter sorgfältig entfernt, dass der weisse, scharf umschriebene Punkt der Innenwand der Dottermembran anliegt und deutlich halbkugelig nach Innen vorspringt, sondern man erkennt auch mit dem Mikroskope selbst nach halbjährigem Verweilen der Eier im Spiritus ganz deutlich und bestimmt die zarte Membran der Keimbläschenzelle und den Keimfleck, und findet die Grösse übereinstimmend mit derjenigen der gleichen Gebilde frischer Eier. So ward es mir nicht blos möglich, zu ermitteln, dass alle Eier, die in den Kapseln sitzen, noch Keimbläschen und Keimflecke besitzen, sondern ich fand diese Theile auch noch an zwei Eiern, die frei in der Eierstockskapsel lagen, und die letzten Spuren der Faltungen an sich trugen. Dagegen habe ich nie an einem wieder glatt gewordenen Eie, mochte es nun noch in der Kapsel des Eierstockes oder im Eierleiter sich befinden, eine Spur der erwähnten Theile gesehen; immer fand ich hier nichts als Dotter und Dotterhaut. Ob das Keimbläschen zuerst schwinde oder der Keimfleck, darüber vermag ich leicht begreiflicher Weise nichts zu sagen.

Auch mit dem Dotter selbst gehen während des Wachsthums der Eier Veränderungen vor, die ich jedoch, da chemische Analysen mir gänzlich mangeln, nur unvollkommen darzustellen vermag. In den kleinsten Eiern fand ich Elementarkörner verschiedener Art, von denen sich nur wenige in runde, kugelige Haufen gruppirt zeigten. Eier in den ersten Stadien der Faltungen enthielten einzelne Konglomerate dieser kugeligen Haufen und in grösserer Menge einzelne dieser Haufen isolirt, mit welchen letztern aber eine theilweise Veränderung vorgegangen war, indem viele schon nicht mehr aus einem reinen Agglomerat der Elementarkörner bestanden, sondern diese in eine blasse, homogene Masse eingestreut enthielten. Eier in den mittlern und letzten Stadien der Faltungen besassen gar keine kugeligen Haufen mehr, sondern an ihrer Stelle eigenthümliche, blasse, leicht ins Gelbe spielende, homogene, rundliche oder rundlicheckige Körper von derselben Grösse, wie die frühern kugeligen Haufen, nämlich 0,003—0,009‴, mit ziemlich scharfen und dunkeln Umrissen, ohne umhüllende Membranen und von ziemlicher Konsistenz. Ob diese Gebilde, die ich von nun an Dotterkörner nennen werde, für Oeltropfen zu halten sind, weiss ich nicht, doch haben sie weder die dunklen Umrisse, noch die Weichheit, die diese gewöhnlich zeigen; viel eher scheinen sie mir fettartige Körper zu sein. Auch in diesen Eiern waren noch, jedoch sparsam, Elementarkörnchen von verschiedenen Grössen vorhanden.

Hieran reiht sich nun die Frage nach dem Orte, wo die Befruchtung der Eier vor sich geht. Beobachtungen, die Aufschluss geben könnten, sind mir keine bekannt, wesshalb die Beantwortung immerhin nur mit Vorsicht gewagt werden kann. Ich gehe davon aus, dass, wie ich oben zeigte, die Keimbläschen und die Keimflecken in den meisten Eiern, die frei in der Eierstockskapsel liegen, geschwunden sind, und nur in wenigen, die letzten Spuren der Faltungen an sich tragenden, noch erkannt werden können. Da wir nun mit Sicherheit wissen, dass gleich mit der Befruchtung das Keimbläschen schwindet, so halte ich dafür, dass dieselbe bei Sepia in der Kapsel des Eierstockes vor sich gehe, und dass die Eier gleich nach dem Austritte aus ihren Kapseln befruchtet werden; demnach wären alle in den Kapseln liegenden Eier unbefruchtet, alle im Eierleiter befruchtet. Die Möglichkeit des Vordringens des Samens bis in die Eierstockskapsel ist, wie ich glaube, nicht schwer zu begreifen, wenn man annimmt, dass bei der Begattung das Männchen die Samenbehälter durch den Trichter in die Mantelhöhle des Weibchens spritze, hier die Behälter platzen und der ausgetretene Same entweder von den weiblichen äussern Geschlechtstheilen aufgenommen und durch antiperistaltische Bewegungen derselben bis an den Ort seiner Bestimmung gebracht werde, oder, was mir wahrscheinlicher scheint, durch die Kanäle des Wassersystems bis in die Eierstockskapsel gelange, bei den Thieren nämlich, wie Eledone und Octopus nach *Krohn's*, Tremoctopus nach meinen Beobachtungen, deren wasserführende Kanäle durch zwei Oeffnungen mit der Kapsel des Eierstocks kommuniziren.

Nachdem ich nun sowohl die Faltungen der Eier in ihrem ganzen Verlaufe, als auch die übrigen während des Wachsthumes der Eier in denselben vor sich gehenden Veränderungen geschildert habe, komme ich wieder auf die Frage zurück, ob die Faltungen den bekannten Furchungen anderer Thiere gleich zu achten seien. Trotz der scheinbaren Aehnlichkeit dieser Vorgänge muss, wie nun Jeder, der meiner Darstellung gefolgt ist, mit Leichtigkeit einsehen wird, diese Frage mit Nein beantwortet werden, denn einmal ist die Entstehung und der ganze Verlauf der Faltungen ein durchaus anderer als bei der Furchung. Bei dieser sehen wir den Dotter erst in wenige grosse, dann in immer zahlreichere und kleinere Abtheilungen sich spalten, und müssen den Grund seines anfangs höckerigen und endlich wieder glatten Aussehens nicht in einem allmäligen Ineinanderfliessen oder sich Verstreichen der Erhabenheiten seiner Oberfläche, sondern darin suchen, dass die Abtheilungen derselben endlich so klein werden, dass das Auge dieselben nicht mehr als gesondert zu erkennen vermag. Bei den Faltungen dagegen findet sich eine bestimmte, während aller folgenden Veränderungen gleich bleibende Anzahl von Längs- und Quererhabenheiten, die, wenn sie auch vielleicht in so fern einen den Furchungsabtheilungen ähnlichen Ursprung hatten, dass erst 2, dann 4, dann 8 Falten u. s. w. entstanden, was ich nicht ermitteln konnte, doch durch ihr ferneres Verhalten gänzlich abweichen, da die Erhabenheiten, statt kleiner, grösser werden und endlich ganz sich verflachen. Wenn da-

her bei der Furchung successive Theilung des Dotters in immer kleinere Partieen als hauptsächlichstes in die äussere Erscheinung tretendes Moment derselben gefunden wird, so haben wir bei den Faltungen zwar auch Theilung des Dotters (ob successive?), erst in grosse und dann kleinere Partieen, dann aber wieder Grösserwerden und sich Verflachen der letzten Abtheilungen bis zum Verschwinden derselben.

Aber nicht die äussere Erscheinung allein der Furchungen und Faltungen ist eine ganz verschiedene, sondern auch die innern Gründe, die sie hervorbringen, das Wesen beider scheint ganz ungleich zu sein. Von der Furchung wissen wir, dass sie erst nach der Befruchtung des Eies eintritt, und, wie ich gezeigt zu haben glaube *), durch die successive Entwickelung der ersten Embryonalzellen bedingt ist; hier dagegen sehen wir die Faltungen zu einer Zeit eintreten, wo von geschehener Befruchtung noch keine Rede sein kann, da die Eier während der ganzen Entwickelung derselben Keimbläschen und Fleck in unverändertem Zustande besitzen, und wir auch im Innern des Eies kein offenkundiges, sie bedingendes Moment entdecken können, so dass auch hierdurch der obengethane Ausspruch der gänzlichen Verschiedenheit beider Vorgänge nur bekräftigt wird.

Was ist nun aber das Wesen dieser eigenthümlichen Entwickelungsphase der Cephalopodeneier? Man hat vielleicht aus dem Namen »*Faltungen*«, den ich ihr gegeben, entnehmen zu können geglaubt, dass ich der Dotterhaut den hauptsächlichsten Antheil an derselben zuschreibe; allein ich habe mit diesem Namen nur eine bei diesem Vorgange vor Allem in die Augen springende Erscheinung bezeichnen wollen, ihn auch seiner Kürze wegen andern vorgezogen, wünsche aber damit keineswegs anzudeuten, dass ich die Faltungen der Dottermembran als das Ursprüngliche, die Erhabenheiten der Dotteroberfläche als das Sekundäre ansehe. Vielmehr scheinen mir alle Gründe der Wahrscheinlichkeit eher dafür zu sprechen, dass der lebendige Akt, der den Faltungen zum Grunde liegt, in dem Dotter gesucht werden müsse; denn einerseits weist uns keine Andeutung dahin, denselben in die Dotterhaut zu legen, die, wie Zellmembranen überhaupt, als etwas relativ Starres, Todtes betrachtet werden müssen; anderseits haben wir in der Massenzunahme und Substanzänderung des Dotters Lebenszeichen genug, um uns bewogen zu fühlen, auch hier denselben als das Thätige zu betrachten. Nehmen wir diess als wahrscheinlich an, so lässt sich der ganze Prozess der Faltungen formell sehr leicht begreifen, indem man sagt, derselbe beruhe auf *einem ungleichen Wachsthum der Dotteroberfläche*, bei welchem einzelne Theile derselben sich ausdehnen, erheben, andere zurückbleiben, und die Dotterhaut mechanisch stellenweis erhoben, in Falten und in Runzeln ausgezogen werde; allein die Ursache dieses eigenthümlichen Wachsthums des Dotters ist und bleibt verborgen und kann kaum geahnt werden. Oder wer wird mir sagen, warum der Dotter erst in Längen- und dann in Querauswüchse sich erhebt?

*) Müllers Archiv, 1843. Heft I. und II.

warum bei den achtarmigen und vier Kiemen tragenden Kopffüsslern nur die einfachern Längenauswüchse, bei den zehnarmigen beide vorkommen? warum überhaupt der Dotter Erhabenheiten bildet, um nachher wieder glatt zu werden, während er bei allen andern Thieren überall gleichmässiges Wachsthum zeigt?

Ich komme nun zur Darlegung der letzten in diesem ersten Zeitraum vor sich gehenden Erscheinungen, nämlich der Austreibung der Eier und der Bildung der äusseren Eihüllen. Bei dem Erstern muss man drei Momente unterscheiden, nämlich das Platzen der Eikapseln und Freiwerden der Eier, indem sie in den Sack der Eierstockskapsel hineinfallen, die Aufnahme der Eier durch den Eierleiter, nebst dem Durchtritt derselben durch die ausführenden Geschlechtstheile, und endlich das eigentliche Gelegtwerden der Eier. Ad 1 ist zu bemerken, dass dieser Vorgang nicht bei allen Cephalopoden auf gleiche Weise vor sich zu gehen scheint. Bei Sepia habe ich gesehen, dass die mit dem endlichen Wachsthume der Eier sehr dünn gewordene Haut der Eierkapsel mit einem unregelmässigen Risse aufbricht und das Ei austreten lässt, was noch durch die Lage der Theile begünstigt wird, indem das Ei schon vermöge seiner Schwere der Kapsel zu entweichen strebt. Wo ich freie Eier in der Eierstockskapsel antraf, war ich sicher, wenn auch nicht geplatzte Kapseln, die noch das Ei enthielten, doch solche ohne die Eier als Corpora lutea besonderer Art zu finden. Bei Loligo und Nautilus dagegen scheinen, wenn man *D. Chiaie's* und *Owen's* oben citirten Worten und Abbildungen Glauben schenken darf, die Eierkapseln, die früher gewiss geschlossen waren, später am freien Ende regelmässige Oeffnungen zu besitzen, die dann wahrscheinlich ebenfalls mit einer gewissen Symmetrie sich erweitern, um das Freiwerden der Eier zu gestatten. Auch von Eledone Aldrovandi bildet *D. Chiaie* (*Memorie*, 2te Ausg. Tab. III, Fig. 15) eine Eikapsel mit einer von Zähnchen umgebenen Oeffnung ab, obschon er im Texte nichts von einer solchen Beschaffenheit derselben erwähnt. Was die weitern Vorgänge betrifft, so erwähne ich nur kurz, dass die einmal im Eileiter befindlichen Eier durch die peristaltischen Bewegungen derselben weiter gefördert und endlich aus der Scheide entleert werden; dagegen will ich noch etwas dabei verweilen, wie wohl die Eier in den Eierleiter gelangen mögen. Dass man hier an kein Anlegen der Ostien der Tuben an die Eikapseln zu denken habe, beweist schon der Umstand, dass man sehr oft eine Menge Eier frei in der Eikapsel findet; vielmehr werden wohl Letztere durch abwechselndes Oeffnen und Schliessen der Tubenöffnung in dieselbe hineingezogen, wobei die Kontraktionen des Mantels kräftig dadurch mitwirken können, dass sie die Eier rückwärts gegen die Tuben hin drängen. Etwas Analoges kommt nach *Siebold* bei vielen Echinorhynchen vor *).

Bevor ich darüber rede, wie wohl die Sepien die fertigen Eier legen, will ich dieselben

*) Burdach's Physiologie, 2ter Aufl. 2te Bd. pag. 197 sq.

kurz beschreiben. Es findet sich an ihnen nur Eine, sehr dicke und aus einer grossen Anzahl von Schichten bestehende, äussere Eihaut, die bekanntlich eine flaschenförmige, oder vielmehr spindelförmige Gestalt besitzt, indem die Mitte bauchig, die beiden Enden in schmale Fortsätze ausgezogen sind, von denen der eine längere, gabelig gespaltene und platte, den Stiel darstellt, mittelst dessen die Eier angeheftet sind, der andere, am freien Ende befindliche, ziemlich kurz ist und stumpfspitz ausgeht. Die verschiedenen Schichten, aus denen diese Eihaut besteht, lassen sich an frischen Eiern mit Leichtigkeit darstellen, und sind auch bei Durchschnitten sehr gut zu sehen. Sie haben ganz in der Regel eine sehr intense, schwarze Färbung, und zwar die äussersten Schichten mehr als die innern; nur die innersten, zunächst um die Dotterhaut gehüllten, sind wie diese ganz farblos. In seltenen Fällen habe auch ich, wie schon Andere vor mir, ungefärbte weisse, den schwarzen sonst ganz gleiche Eier gefunden, deren Dotter keineswegs krankhaft, sondern ganz normal beschaffen war.

Wie diese äussere Eihaut sich bilde, kann ich nur vermuthungsweise angeben. Ich halte dafür, dass sie theils in den unteren Theilen des Eileiters, vorzüglich aber in der Erweiterung desselben oder dem Uterus und aus dem Sekrete der unpaaren Drüse als einfache Schleimumhüllung entstehe, und dann im Wasser grössere Konsistenz annehme. Wo die Eihaut ihre Färbung erhalte, ist zweifelhaft; dagegen ist es wohl gewiss, dass dieselbe von dem Safte des Tintenbeutels herrührt. Ich kann mir nicht denken, dass diess innerhalb der Geschlechtstheile geschehe, denn dagegen sprechen die ganz ungefärbten Eier; vielmehr glaube ich, dass beim Legen der Eier der Saft des Tintenbeutels mit ergossen werde und während der Zeit, welche dieselben im Trichter zubringen, die Färbung zu Stande bringe. Der Tintensaft der Sepien färbt nämlich sehr rasch, und zeigt eine ungemeine Adhäsion zu organischen Stoffen, so dass er, wenn er auch nur auf kurze Zeit mit den Eiern in Berührung steht, dieselben ganz zu durchdringen vermag.

Das Eierlegen der Cephalopoden hat noch Niemand gesehen. Bei Sepia, wo die Eier oft einzeln, oft gruppenweise an Algen, Zostera, an Holzstückchen oder abgeschnittenen Zweigen, die im Wasser schwimmen, befestigt sind, und zwar so, dass die gabeligen Enden des Stieles verschiedentlich diese Theile umschlingen, kann man einfach annehmen, dass das Weibchen die aus dem Trichter tretenden Eier mit dem einen oder andern der Arme, vielleicht nur mit den langen, der Bauchseite näher liegenden, anfasse und sie mittelst derselben anhefte. Bei Tremoctopus violaceus ist, wie ich gesehen habe, die Rolle, welche die Arme spielen, noch bedeutender, denn hier wird der ganze Klumpen der gelegten Eier, der völlig den bekannten der Argonauta gleicht, während der ganzen Dauer der Entwickelung der Jungen, von etwa 12 der untersten Saugnäpfe eines Armes festgehalten, in welche Lage derselbe nur durch Hülfe des einen oder anderen der Arme gelangen konnte.

Die äusseren Eihüllen von Loligo verhalten sich in manchen Beziehungen anders, als

die von Sepia. Zwar ist auch hier das Chorion eine schichtenweise um dies Ei gelagerte Haut; allein dieselbe ist ungefärbt, ganz hell und durchsichtig, und von bedeutend geringerer Dicke; sie ist ziemlich gleichmässig rund, umschliesst ganz eng die ebenfalls runde Dotterzelle, ohne dass zwischen beiden irgend welche Flüssigkeit sich fände, und läuft auf einer Seite in einen langen Fortsatz oder Stiel von rundlich platter Form aus. Bei der Geburt bleiben die Eier nicht isolirt, wie bei Sepia, sondern legen sich in lange, aus 3 oder 4 Reihen derselben bestehende Stränge zusammen, so dass die Stiele aller Eier nach innen, die freien, runden Enden nach aussen gerichtet sind. Indem nun die Stiele aller Eier fest an einander haften, entsteht in jedem Eierstrange ein Axencylinder, der an der Spitze eines solchen dünn, an der Basis, wo die Stiele vieler, vielleicht aller Eier, an seiner Bildung Antheil nehmen, von bedeutenderer Dicke sich zeigt. Wie die Stiele, legen sich auch die Eier selbst sehr fest an einander, und platten sich an den einander berührenden Theilen derselben mehr oder minder ab. Man kann einen solchen Eierstrang nicht unpassend mit einem Maiskolben vergleichen, der statt aus vielen, nur aus 3 oder 4 Reihen Körnern bestände. Was die Zahl der Eier betrifft, die an der Bildung eines solchen Stranges Theil nehmen, so ist dieselbe sehr verschieden; ich zählte 15—25 Eier in einer Reihe, und wie erwähnt, 3 oder 4 Reihen, was eine zwischen 45 und 100 schwankende Zahl ergibt.

Es haben aber die Eier von Loligo noch eine dritte Hülle, welche freilich einer gewissen Zahl von Eiern gemeinsam angehört. Es werden nämlich alle Eier eines Stranges noch von einer gemeinsamen Hülle umgeben, die denselben wie ein Däumling seinen Daumen umhüllt, blass und durchsichtig ist und ebenfalls aus geschichteten Ablagerungen besteht. Diese Hülle überzieht auch das untere Ende des Axencylinders der verschmolzenen Stiele der Eier und ragt noch über denselben hinaus. Endlich sind auch noch eine gewisse Anzahl von Eiersträngen, 5, 10—20 mit einander zu einem Klumpen verbunden, indem nämlich die unteren Enden der gemeinsamen Hülle eines jeden Alle zusammen verflochten sind. Solche Eiermassen, die wohl nur von einem Weibchen herrühren, und wahrscheinlich die ganze Masse der Eier enthalten, die dasselbe während einer Brunstzeit legt, werden weder von demselben mit sich herumgeführt, noch an Pflanzen oder andere Theile angeheftet, sondern frei dem Spiele der Wellen überlassen. In Neapel waren sie den Fischern wohl bekannt, und wurden mir in übergrossen Mengen, vorzüglich im Mai und Juni, unter dem Namen »Uova di calamaro« gebracht.

Die Bildungsweise dieser komplizirten Eierklumpen zu erklären, scheint mir nicht so leicht, wie bei Sepia. Soviel ist wohl gewiss, dass die Bildung der äusseren Eihaut und der gemeinsamen Hülle des Eierstranges nicht an demselben Orte vor sich geht. Vielleicht erhalten die Eier im Eierleiter ihr Chorion und es verschmelzen die nach dem Zentrum des Kanales gerichteten Fortsätze oder Stiele desselben, die in Folge der peristaltischen Bewegungen Alle nach hinten gerichtet sind, schon in demselben zu einem Strange, so wie

auch die Eier, entsprechend der Weite des Eileiters, in 3 oder 4 Reihen an einander sich lagern; im Uterus würde dann, während die Eier durch denselben zögen, vielleicht auch mit Hülfe des Saftes der accessorischen Drüse die gemeinsame Hülle sich bilden; jeder einzelne Strang endlich würde gerade soviel Eier enthalten, als durch eine austreibende Bewegung des Uterus entleert würden, indem die nach jeder Expulsion folgenden Kontraktionen der Scheidenöffnung von selbst die Eiermasse abschnürten. Den Umstand aber, dass alle Stränge mit ihren unteren oder zuletzt austretenden Enden zusammenhängen, weiss ich wieder nicht anders, als durch eine Thätigkeit der Arme zu erklären.

Ueber die jüngeren Eier von Loligo habe ich oben aus Mangel an Beobachtungen nicht viel mitgetheilt. Hier bemerke ich noch, dass dieselben bedeutend kleiner sind, als die von Sepia und Sepiola, doch grösser als die der achtarmigen Tintenfische. An den gelegten Dottern ist das besonders auffallend, dass sie die Dotterhaut lange nicht ausfüllen, sondern als kompakte Klumpen in einer, den übrigen Raum der Dotterzelle erfüllenden Flüssigkeit schwimmen, während die Dottermembran und das Chorion eng verbunden sind. Uebrigens umschliesst jede Dotterhaut nur einen Dotter.

ZWEITER ABSCHNITT.

Die Furchungen der Eier und die Bildung des Keimes.

Bevor ich mit den Veränderungen der gelegten Eier weiter mich beschäftige, will ich zum Nutzen und Frommen Anderer, die sich nach mir mit denselben Untersuchungen abgeben werden, in Kürze sagen, wie man die Eier von Sepia und Loligo öffnen muss, um den Dotter möglichst unversehrt zu isoliren und zur Beobachtung tauglich zu machen. Bei den Eiern von Sepia schneide ich vor Allem, nachdem ich sie losgelöst habe, dieselben der Quere nach so tief ein, dass ich eine bedeutende Zahl der äusseren Schichten des Chorion getrennt zu haben glaube; diese löse ich dann, indem ich sie mit zwei Pincetten oder auch den Fingern abschäle, von dem übrigen Ei ab. Es ist bei diesem ersten Akt sehr wichtig, nicht zu tief zu schneiden, d. h. die Dotterhaut nicht zu verletzen, denn sonst würde der zähe Dotter gleich hervorquellen, und alle zarten, etwa gebildeten Embryonaltheile zu Grunde gehen; doch hat man theils in der abnehmenden Färbung der Schichten des Chorion ein Kriterium, dass man nicht tiefer gehen solle, theils drängen sich immer, und diess ist vorzüglich bei weissen Eiern zu beachten, bei einigermassen tiefem Schnitte der Dotter und seine Haut sammt den innersten Schichten des Chorion als eine kugelige Masse zu der gemachten Oeffnung heraus und geben einen sichern Warner ab. Die so erhaltenen innern Eitheile lege ich dann in ein mit Meerwasser gefülltes Uhrgläschen, trenne sorgfältig mit zwei feinen Pincetten eine Schicht des Chorion nach der andern, bis ihre zunehmende Weisse und Durchsichtigkeit und die schon durchschimmernden, gebildeten Embryonaltheile mir anzeigen, dass ich der Dotterhaut ganz nahe bin. Dann ist die höchste Vorsicht nothwendig, um diese, welche eine ganz zarte Membran darstellt, nicht einzureissen; auch muss man, wenigstens in den ersten Zeiten der Embryonalentwickelung, wo der Dotter noch dicht an der Dotterhaut liegt, wohlweislich vermeiden, mit den Pincetten solche Stellen zu berühren, wo man Embryonaltheile sieht. Dass man an der Dotterhaut angelangt ist, erkennt man vorzüglich an dem Glanze und der Glätte dieser Membran, mehr noch als aus der immer zunehmenden Nähe des Dotters, denn während man nie eine Schicht des Chorion so ganz für sich darzustellen vermag, dass man eine ebene und glatte Oberfläche erhielte, gelingt diess nach einiger Uebung bei der Dotterhaut recht oft. Uebrigens ist es auch gar nicht nöthig, dieselbe an allen Stellen von den letzten anhängenden

Fetzen des Chorion zu befreien, wenn nur die Stelle, wo die Embryonaltheile sich finden, möglichst rein gemacht ist. Erleichtert wird diese ganze, dem noch Ungeübten sehr zeitraubende Manipulation einmal dadurch, dass man bald die Ueberzeugung gewinnt, dass der Embryo immer und ganz ohne Ausnahme am spitzen Pole des Dotters auftritt, und man daher, da dieser Pol stets dem freien Ende der Eier zugewandt ist, gleich von vorne herein die Stelle kennt, die vorzüglich geschont werden muss, ferner durch Erlangung einiger Sicherheit im Behandeln der Eier, die es bald möglich macht, gleich beim ersten Schnitte das Chorion bis ganz nahe an die Dotterhaut zu trennen, worauf dann nach leichter Arbeit die Embryonaltheile zu Tage kommen.

Hat man nun Dotter und Dotterhaut rein und unversehrt herausgeholt, so bleibt die Aufgabe, dieselben in eine, zur Betrachtung der Embryonaltheile möglichst günstige Lage zu bringen. Am besten wählt man hiezu ein Uhrschälchen, in das man so viel reines Meerwasser setzt, dass das Ei gerade davon bedeckt wird. Es erwächst nun aber dadurch, dass der Dotter eiförmig ist, und dass der Embryo immer am spitzen Pole desselben erscheint, eine nicht geringe Schwierigkeit der Untersuchung, da natürlich das Ei nicht auf seinem stumpfen Pole steht, sondern sich auf die Seite legt. Zwar hat diess weniger zu bedeuten, wenn man sich nur der Loupe bedient, indem man dem Ei durch einen feinen Skalpellstiel u. s. w. die nöthige Lage und Stütze geben kann, allein zur Betrachtung desselben durch das Mikroskop ist es unumgänglich vonnöthen, demselben eine ganz sichere Lage zu geben. Um dieses zu erreichen, kann man in dem Uhrgläschen eine mässig starke Schicht von Wachs anbringen und das Ei in eine Vertiefung desselben stellen, ein ganz zweckmässiges Verfahren, welches aber den Nachtheil hat, dass es nur die Untersuchung bei auffallendem Lichte möglich macht. Um beiderlei Untersuchungsweisen vornehmen zu können, muss man sich ein durchsichtiges Medium wählen, entweder Gummi oder noch besser den Dotter eines anderen Sepieneies, den man immer bei der Hand hat, welcher, schon von Natur ziemlich dickflüssig, im Wasser zu einer zähen, konsistenten Masse gerinnt. Ein anderes Mittel, um den spitzen Pol des Dotters zu fixiren und mit Ruhe betrachten zu können, das ich aber nie anwandte, wo zu vermuthen war, dass das Ei eine noch nicht gekannte Entwickelungsstufe darbieten möchte, da immer die Zerstörung der Embryonaltheile dabei zu befürchten stand, war die Eröffnung der Dotterhaut, so dass der Dotter austreten konnte. Hiebei musste einerseits der Schnitt in die Dotterhaut so gross gemacht werden, dass der Dotter auf einmal und mit Leichtigkeit ausfloss, da sonst die zarten Embryonaltheile durch die Reibung zerstört worden wären, anderseits darauf hingearbeitet werden, dass der Embryo auf die Oberfläche des ausgetretenen Dotters zu liegen kam, so dass er ohne weiteres Herumwenden des Eies gleich betrachtet werden konnte. Um diess zu erreichen, stiess ich am stumpfen Pole des Eies eine spitze Nadel in den Dotter hinein und hielt es damit am Grunde des Uhrgläschens fest, schnitt dann mit einem scharfen Messerchen in raschem

Schnitte die Dotterhaut so nahe an den Embryonaltheilen, als es mir thunlich schien, ein, hob während des Ausfliessens des Dotters das Ei mit der Nadel, so dass der spitze Pol gegen den Boden des Gläschens sich neigte, und erzielte so eine flächenartige Ausbreitung des Dotters und das Obenbleiben der Embryonaltheile. So verfuhr ich auch jedesmal, wenn ich die unversehrten Eier untersucht hatte und noch die einzelnen Theile des Embryo isolirt zu betrachten wünschte.

Noch schwieriger ist die Untersuchung des Eies von Loligo. Um Dotterhaut sammt Dotter für sich zu erhalten, schneide ich mir erst aus einem Eierstrange ein Ei heraus, indem ich so viel als möglich vom Chorion und der gemeinsamen Hülle zurücklasse, dann, statt dasselbe in Wasser zu legen und mit Pincetten das Chorion abzulösen, bringe ich es auf ein langhaariges Stück Wollenzeug, fasse mit einer Pincette irgendwo das Chorion an, ziehe es so lang als es geht aus und schneide mit der Schere ein möglichst grosses Stück davon hart an der Dotterhaut ab; so fahre ich fort, bis die Dotterhaut vom Chorion gereinigt ist und dann lege ich das Ei in ein Uhrschälchen mit Seewasser. Dieses eigenthümliche Verfahren wird der Klebrigkeit und der Zähigkeit des Chorions wegen vonnöthen, denn während dasselbe, wollte man wie bei Sepia handeln, an den Pincetten kleben würde und nimmermehr abzulösen wäre, ist gerade das Haften des Chorions an der Wolle erwünscht und macht dessen Lostrennung möglich. Die Untersuchung des Dotters selbst wird durch den oben berührten Umstand erschwert, dass derselbe innerhalb seiner Hülle frei in einer ziemlichen Menge von Flüssigkeit schwimmt, ebenfalls eiförmig ist und an seinem spitzen Pole die ersten Anlagen des Embryo zeigt. Hier nützt es daher begreiflicherweise nicht viel, die Dotterhaut zu befestigen, denn das Ei wird doch nie seine Spitze ganz nach oben kehren; man kann sich daher niemals eine vollkommene, und nur in den seltenen Fällen, wo die Keimschicht u. s. w. etwas seitlich am spitzen Pole sich ausbildet, eine genügende Ansicht von diesen Theilen verschaffen. Auch die andere, bei Sepia angewandte Methode kann hier selten mit Glück befolgt werden, denn nur schwer lässt sich die Dotterhaut in einem Zuge so weit einschneiden, dass der Dotter, der hier nicht langsam, wie bei Sepia, sondern der herausspritzenden Dotterflüssigkeit wegen mit ungemeiner Schnelligkeit erscheint, unversehrt herausgetrieben wird. Gelingt auch diess noch, so muss dann der Dotter, der nicht wie bei Sepia zerfliesst, entweder indem man ihn entzwei schneidet, oder auf die oben angegebene Weise so zum Stehen gebracht werden, dass er den Embryonalpol dem Beschauer zuwendet.

Ich komme nun zur Darlegung meiner Beobachtungen über die Entwickelung des jungen Thieres, zu dem Hauptthema dieser Schrift. Ich habe nicht den Vortheil, dessen sich viele Beobachter im Gebiete der Entwickelungsgeschichte zu erfreuen hatten, genossen, dass ich an einem und demselben Ei die von Stunde zu Stunde nach einander auftretenden Erscheinungen hätte verfolgen können, sondern ich musste mir durch Vergleichung vieler,

auf verschiedenen Stufen befindlichen Eier eine Anschauung von der Gesammtentwickelung gewinnen, die aber der Natur der Sache nach lückenhaft und in manchen Beziehungen unvollkommen geblieben ist. Doch wird diesem Mangel dadurch in einigem Grade wieder abgeholfen, dass meine Beobachtungen an Sepia und Loligo gegenseitig sich ergänzen, da beide Geschlechter in ihrer Entwickelung grosse Uebereinstimmung zeigen, wesshalb ich es auch vorgezogen habe, sie zusammen zu behandeln. Die grossen Dotter von Sepia und die verhältnissmässige Leichtigkeit der Isolirung derselben haben mir für das Studium der Furchungen, der Bildung der Keimschicht und das Auftreten der ersten Spuren des Leibes bei weitem mehr Aufschluss gegeben, als die schwer zu isolirenden, kleinen Dotter von Loligo, während hinwiederum für die späteren Zustände die kleinen, durchsichtigen Embryonen von Loligo manchen Erfolg gewährten, den die massigen, undurchsichtigen von Sepien versagten. Ueber die Zeitverhältnisse, in denen die ganze Entwickelung oder einzelne Perioden derselben vor sich gehen, habe ich bei keinem der beiden Thiere irgend eine Beobachtung gemacht oder auch nur Andeutungen erhalten, denn es ist mir nie auch bei der sorgfältigsten Behandlung gelungen, in Gefässen gehaltene Eier in ihrer Entwickelung weiter zu bringen, doch müsste es unter günstigen äusseren Verhältnissen nicht schwer sein, die Eier unter ihren natürlichen Bedingungen sich entwickeln zu lassen, was nicht bloss den Gewinn einer sicheren Zeitrechnung, sondern auch einer vollkommenen Stufenleiter der Embryonalentfaltung darböte.

Da ich auch nie Sepien beim Eierlegen sah und doch unter den untersuchten Eiern eine Unzahl solcher fand, die noch nicht die Spur von Furchungen zeigten, so muss ich glauben, dass doch einige Zeit, vielleicht 1 — 2 Tage vergehen, bevor dieselben, welche die erste Manifestation des werdenden Embryo sind, erscheinen. Ich habe Beschaffenheit und Gestalt der Sepieneier aus dieser Periode schon oben beschrieben, verweile daher nicht länger bei ihnen, sondern gehe gleich zu dem interessanten Zerklüftungsprocesse der Eier über, der für die wirbellosen Thiere das einzige mit Sicherheit erkannte Beispiel einer partiellen Furchung des Dotters darstellt und desshalb und mancher Eigenthümlichkeiten wegen, die über diesen noch immer in vielen Punkten räthselhaften Vorgang Licht verbreiten, eine besondere Aufmerksamkeit verdient.

Die Furchungen der Sepien beschränken sich auf einen kleinen Theil des Dotters und gleichen darin denen der Fische, deren Verhältnisse uns *Rusconi* und *Vogt* aufgeklärt haben, doch ist bei denselben die sich furchende Stelle relativ und auch absolut am kleinsten, obschon wegen der Grösse des Dotters die ersten Momente noch mit blossen Augen zu erkennen sind. Ihren Sitz haben die Furchen immer und beständig am spitzen Pole der Eier, da, wo im unbefruchteten Eie das Keimbläschen sich befand; doch nur selten treten sie an der eigentlichen Spitze, sondern gewöhnlich etwas zur Seite, in sparsamen Fällen selbst in grösseren Entfernungen von derselben auf.

Das erste Stadium der Furchung habe ich nie beobachtet, das nämlich, wo der Dotter in einen einfachen Hügel erhoben gewesen wäre; dagegen bekam ich am 3ten Juni einen Eierklumpen, in dem ich endlich der zunächst folgenden ansichtig wurde, nachdem ich schon alle spätern zur Genüge gesehen hatte und daran verzweifelte, noch je dieses Glückes theilhaftig zu werden. In einem einzigen Eie sah ich den Dotter in zwei Hügelchen erhoben und ebenso beobachtete ich das 3te, 4te und 5te Stadium jedes nur ein Mal

Die zwei Erhabenheiten des zweiten Furchungsstadiums waren ungemein wenig über den Dotter erhaben, so dass, wenn man sie von der Seite betrachtete, kaum zu bestimmen war, wo der Dotter aufhörte, wo die Hügelchen begannen; nur durch eine am Rande sich zeigende Einkerbung, welche die Stelle anzeigte, wo beide sich berührten, wurde man auf die vorgegangene Veränderung, auf den Beginn der Furchung aufmerksam gemacht. Von grösserer Eigenthümlichkeit zeigte sich die Furchungsstelle von oben her betrachtet. Schon von blossem Auge erkannte man die Grenzen zwischen den zwei Erhabenheiten und sah in deren Mitte einen weissen, ziemlich scharf vom halbdurchsichtigen, hellen Dotter abgesetzten Fleck. Die Hügelchen waren nur da, wo sie an einander stiessen, ebenda, wo der weisse Fleck war, scharf umschrieben und durch eine mässig tiefe Spalte von einander getrennt, weiter nach aussen verflachten sie sich immer mehr und flossen endlich mit dem übrigen Dotter zusammen, während die Grenze zwischen denselben von einer Spalte zu einer immer flacher und breiter werdenden, endlich ganz auslaufenden Rinne sich gestaltete. Es zeigte sich daher jede Erhabenheit nur von einem Kreissegmente begrenzt, dessen convexe Mitte die des anderen beinahe berührte, dessen Schenkel weit von denen des anderen abstanden. Bei der Untersuchung mit dem Mikroskope fand ich im mittleren, weissen Theile beider Erhabenheiten ein Bläschen oder eine Zelle, eine Entdeckung, die mich mit der lebhaftesten Freude erfüllte, da die Analogie mit den Zellen der Kugeln vollkommen sich furchender Eier nicht zu verkennen war — doch ich will meiner am Schlusse dieses Abschnittes zu gebenden Auseinandersetzung des Wesens der Furchung nicht oder nur insofern vorgreifen, dass ich diese Zellen Embryonal- oder primäre Zellen nenne und mich für jetzt einfach an die Thatsachen halten. Es sind diese Embryonalzellen vollkommen rund, ihre Membran ganz durchsichtig und zart, ihr Inhalt wasserhell und wie es scheint flüssig, ihre Grösse 0,018 — 0,02‴. Eine genauere Kenntniss derselben erlangt man erst dann, wenn man die Dotterhaut öffnet, den Dotter ausfliessen lässt, und die Erhabenheiten isolirt bei stärkeren Vergrösserungen betrachtet; man gewinnt so einmal die wichtige Thatsache, dass jede der Embryonalzellen einen sehr kleinen, runden und dunkeln Kern besitzt und dass ihre Wandungen einige Konsistenz haben, da dieselben bei mässigem Drucke nicht platzen. Gerne hätte ich erfahren, ob der Kern excentrisch der Wand der Embryonalzelle anliege oder nicht; allein an den nicht isolirten Zellen war es mir unmöglich, denselben eine zu dieser Beobachtung taugliche Lage zu geben, und als es mir nach vielen Versuchen

endlich gelungen war, eine derselben zu vereinzeln, konnte ich von dem Kerne, der diese Angriffe nicht überlebt hatte, keine Spur mehr auffinden. Was die Lage der zwei Embryonalzellen anbelangt, so sassen sie, wie schon erwähnt, in der Mitte ihrer Erhabenheiten ungefähr 0,01‴ von den einander zugewandten, abschüssigen Oberflächen beider entfernt; ob sie auch zu der oberen oder äusseren Fläche der Hügel in demselben Verhältnisse standen oder denselben genähert waren, konnte ich nicht entscheiden, denn bei Seitenansichten habe ich der dichten Beschaffenheit und Undurchsichtigkeit der Mitte der Erhabenheiten wegen dieselben niemals erblickt. Es bestand nämlich die Mitte, wie schon aus ihrer Farbe zu schliessen war, aus einer vom Dotter und dem peripherischen Theile der Furchungshügel durchaus verschiedenen Substanz. Während dieser auch an den gelegten Eiern, sowohl am furchungsfreien Theile, als an fast allen Grenztheilen der Furchungshügel dieselbe Beschaffenheit zeigte, die ich früher bei den älteren, unbefruchteten beschrieb, dass er aus öl- oder eher fettartigen, runden oder rundlichen, gelblichweissen Körnern mit ziemlich dunkeln und markirten Umrissen bestand, und nur das Eigenthümliche darbot, dass diese Körner so ziemlich alle dieselbe Grösse zeigten, und die früher vorhandenen Elementarkörner geschwunden waren, bestanden die centralen und die einander zugewandten peripherischen Theile der Erhabenheiten aus nichts Anderem, als ganz kleinen Elementarkörnchen, die ringsum die Embryonalzellen in ungemein grosser Zahl sich fanden, weiter nach aussen dagegen spärlicher auftraten und endlich ohne scharfe Grenze mitten unter den Dotterkörnern aufhörten. Nur an den Grenztheilen, wo die Umrisse der Furchungshügel am schärfsten waren, nämlich an den einander zugewandten Flächen und Rändern derselben und an dem inneren, mittleren Theile ihrer Oberfläche, standen die Körnchen dicht eines am andern und stellten eine scharfe Begrenzungslinie dar, wie bei Flächen- und Seitenansichten mit Leichtigkeit zu gewahren war, jedoch ohne dass von einer sie umgebenden Membran ausser der Dotterhaut, welche die Furchungshügel, ohne in die Spalte zwischen beiden sich hineinzufalten, überzog, die Rede gewesen wäre.

Was die Elementarkörnchen betrifft, so wäre es natürlich wichtig zu wissen, ob sie aus derselben Substanz gebildet waren, wie die in unbefruchteten Eiern vorkommenden; allein hierüber vermag ich wenigstens in Folge der mikroskopischen Untersuchung, die ich allein unternahm, nur ungenügenden Aufschluss zu geben; denn wenn schon beiderlei Körner einen gelblichen Anstrich zeigten, so lässt sich doch daraus wenig oder nichts entnehmen. Nur so viel ist gewiss, dass die Elementarkörner der Furchungshügel und der unbefruchteten Eier, wenn sie auch aus dem gleichen Stoffe geformt sein sollten, nicht identisch sind; denn in frisch gelegten Eiern, wo noch nichts von Furchungen zu sehen war, bestand der Dotter einzig und allein aus den grösseren, fettartigen Körnern.

Es bildete sich also, um es noch einmal zu wiederholen, das zweite Stadium der Furchung so, dass der Dotter am spitzen Pole der Eier in zwei flache Hügel sich erhob,

die, wo sie an einander grenzten, durch eine längliche, in der Mitte schmale und tiefe, an beiden Enden weitere und seichtere Furche von einander getrennt, an den anderen Stellen dagegen nicht scharf vom Dotter abgegrenzt, auch von keiner besonderen Hülle umgeben waren, und in einer Körnchenanhäufung ihrer Mitte eine mit kleinem Kern und flüssigem Inhalt versehene Embryonalzelle enthielten.

Bevor ich zum dritten Stadium übergehe, muss ich doch noch erwähnen, was ich vom ersten gesehen habe; so wenig es auch ist, scheint es mir doch bei der grossen Schwierigkeit diese frühesten Zustände zu beobachten, von einigem Interesse. Am 16ten Mai fand ich unter anderen noch ganz unentwickelten Eiern ein einziges, an dessen Embryonalpole ich einen rundlichen, weissen Fleck bemerkte. Unter dem Mikroskope sah ich, dass derselbe aus einer im Zentrum des Fleckes dichtesten Anhäufung von denselben Elementarkörnern bestand, die ich so eben von den Furchungshügeln des zweiten Stadiums beschrieb. Eine Embryonalzelle war in diesem Flecke nicht enthalten, so wie auch derselbe keine merkliche Hervorragung am Dotter bewirkte; doch fanden sich in seiner Mitte, wo die Körner am dichtesten standen, etwa 5 bis 6 um ein Geringes grössere und dunklere Körner. Diess halte ich für das noch nicht ausgebildete erste Furchungsstadium, und werde später auf den wahrscheinlichen Zusammenhang zwischen demselben und dem zweiten aufmerksam machen.

Im dritten Stadium traf ich vier Furchungshügel, alle an Grösse gleich und genau Viertelskreise darstellend. Wo sie aneinanderstiessen und namentlich gegen das Zentrum hin, zeigten sie die schärfsten Umrisse, an der Peripherie dagegen waren sie nur durch eine sehr schwach angedeutete Linie vom übrigen Dotter geschieden. In der Mitte der Furchungsstelle fand sich zwischen den vier Abschnitten eine ähnliche Vertiefung, wie sie auch bei Batrachiereiern, da, wo vier Furchungskugeln zusammentreffen, gefunden wird, in deren Grunde die eigenthümlichen Dotterelemente ganz unbedeckt zu Tage lagen, und bei Fokusveränderung leicht erkannt werden konnten. Betrachtete man den sich furchenden Dottertheil von der Seite, so sah man bald zwei gleich grosse Hügel, bald drei, von denen der mittlere grösser, die zwei seitlichen kleiner waren, alle sehr wenig über der Dotteroberfläche erhaben, kaum mehr als die beiden Erhabenheiten des zweiten Stadiums und nur dadurch ausgezeichnet, dass ihre Grenztheile durch einen seichten Einschnitt von dem übrigen Dotter geschieden waren, der eben bei der Flächenansicht als eine schwache Kreislinie erschien. Was die Zusammensetzung der vier Abschnitte betrifft, so müsste ich die vom zweiten Stadium gegebene Beschreibung nur wiederholen, wenn ich darauf eingehen wollte; ich sage daher nur, dass sie aussen aus Dotterkörnern, in der Mitte aus Elementarkörnchen bestanden, und jeder seine Embryonalzelle enthielt, die nur 0,016—0,018‴ mass. Den Kern der letzteren konnte ich nicht erkennen, worauf ich jedoch kein sehr grosses Gewicht legen kann, weil in dem einzigen, mit vier Abschnitten beobachteten Ei die Zellen durch die Körnchen mehr versteckt waren. Die Grösse der Furchungsabschnitte, die ich

früher zu messen unterliess, kann ich hier angeben; es betrug der Radius des Kreises, den die vier Hügel zusammen bildeten, 0,45‴.

Als viertes Stadium, das ich ebenfalls nur einmal beobachtete, betrachte ich den Zustand, wo die Furchungsstelle in acht Abschnitte zerfallen ist. Der Flächeninhalt derselben war hier gleich gross, wie vorhin, und auch die übrigen Verhältnisse die des dritten Stadiums, nur dass jeder Abschnitt einen Achtelskreis darstellte, der freie Raum im Zentrum grösser war und in den Embryonalzellen von 0,015‴, die auch hier nahe an den abgerundeten Spitzen der Segmente in Körnchenhaufen sassen, der Kern deutlich beobachtet werden konnte.

Auch eine Uebergangsstufe vom dritten zum vierten Stadium traf ich in einem Ei mit sieben Abschnitten, wovon sechs Achtelssegmente der siebente ein Viertelssegment eines Kreises darstellten. Die Embryonalzellen waren vorhanden, die Furchungsabschnitte an ihrer Peripherie vom Dotter nicht abgegrenzt und bei der Flächenansicht durch keine scheinbare Kreislinie von demselben geschieden.

Bei allen diesen Eiern aus den ersten Perioden habe ich es unterlassen, darauf Acht zu geben, ob in der Richtung der Theilungen des sich furchenden Dotterpoles ein bestimmtes Gesetz, eine konstante Lage zu der Längen- und Queraxe des Eies sich ausfindig machen lasse; die späteren Furchungen zeigten mir wohl manches Regelmässige, doch nichts, was mich zur Beantwortung dieser Frage verleiten könnte.

Von den folgenden Stadien vermochte ich nicht mehr viele als deutlich gesonderte zu erkennen, denn es fingen die Dottertheilungen an sehr unregelmässig und komplicirt zu werden. Das fünfte sah ich nur einmal am 17ten Mai, jedoch sehr schön ausgeprägt. Es freute mich diess um so mehr, weil ich dadurch über einen, bei den Furchungen von Sepia vorkommenden, ganz eigenthümlichen Umstand Aufschluss erhielt. Es treten nämlich jetzt nicht blos eine zwiefache Art der Theilung der Furchungsabschnitte auf, sondern auch zweierlei Furchungshügel. Die einen derselben, von runder Gestalt, werde ich fortanhin Furchungskugeln, die andern, von der Gestalt eines Kreissegments, Furchungsabschnitte oder Furchungssegmente benennen, für beide zusammen werde ich mich des Namens Furchungshügel oder Furchungstheile bedienen. Im fünften Stadium finden sich 16 Hügel, acht innere und acht äussere. Die inneren sind Furchungskugeln, im Ringe gestellt, in ihren Umrissen rund oder rundlich viereckig und messen im Durchschnitt 0,096‴; sie stossen einerseits an die äusseren Hügel, anderseits berühren sie einander gegenseitig, daher sie gewöhnlich nach aussen und an den Seitentheilen etwas plattgedrückt sind. Nach innen umfassen sie den schon von früher her bekannten Raum, der sich hier als eine noch grössere rundliche Vertiefung darstellt. Sie sind keine Kugeln, sondern nur Kugelsegmente und zwar sehr flache, wie man sich leicht überzeugt, indem man sie isolirt. Sie bestehen allem Anschein nach nicht, wie die Hügel früherer Stadien, aus Elementarkörnchen und

Dotterkörnern, sondern einzig und allein aus den letzteren, besitzen keine sie umhüllende Membran, und enthalten alle eine Embryonalzelle von 0,012—14‴ mit sehr kleinem, dunklem Kern. In einer einzigen Furchungskugel fand ich zwei Embryonalzellen dicht an einander gelagert, kleiner als die Zellen der andern und eine jede von halbkreisförmigen, dichteren Massen der Körnchen umgeben.

Die acht äusseren Hügel waren Furchungssegmente, lagen dicht um die Kugeln herum, so dass einer jeden derselben genau ein Segment entsprach, und zeigten dieselbe Bildung, wie die früheren. Ihre Breite war bedeutender, ihre Länge geringer, als die der Hügel des vierten Stadiums, an der Spitze trugen sie die charakteristische Anhäufung von Elementarkörnchen, und eine in diesen eingeschlossene Embryonalzelle sammt Kern von derselben Grösse, wie die der innern Kugeln; nach aussen liefen alle Segmente sich verflachend ohne bestimmte Grenze, in den an der Furchung nicht theilnehmenden Dotter über.

Was das Verhältniss der sich furchenden Stelle zur Oberfläche des Dotters betrifft, so findet man diese jetzt weniger erhaben, als im vorigen, und namentlich im dritten Stadium, abweichend von den bei den Fischen vorkommenden Verhältnissen, wo die sich furchende Stelle mit Zunahme der Furchung immer mehr über den Dotter hervorragt.

Das folgende oder sechste Stadium ist mir nie zu Gesicht gekommen; dagegen habe ich vom siebenten an wieder mehrere aufeinanderfolgende Zustände kennen gelernt, die auch über diese Lücke einiges Licht verbreiten, wie ich später zeigen werde.

Als im siebenten Stadium befindlich betrachte ich ein am 26ten April beobachtetes Ei mit 48 Furchungshügeln, von denen 16 Segmente, die andern 32 Kugeln waren. Die sich furchende Stelle zeigte einen bedeutenderen Umfang, als in dem Eie mit 16 Furchungstheilen, und hatte sich weiter über den Dotter verbreitet. Zu äusserst standen auch hier die Segmente, die beinahe einmal schmaler waren, als im fünften Stadium, und Embryonalzellen von 0,013 — 0,014‴ in den Körnchenhaufen ihrer Spitze besassen, in dichtgedrängtem Kreise, so dass sie ihre Spitzen nach der Mitte der sich furchenden Stelle, ihre breiten, vom übrigen Dotter nicht abgegrenzten Theile nach aussen wandten. Nach innen folgte eine Lage von 16 im Ringe gestellten, rechteckig rundlichen Kugeln, die alle seitlich an einander und mit ihrem äusseren Rande je an die Spitze eines Segmentes stiessen, und zwar so genau, dass man darin mehr als ein Spiel des Zufalls erkennen musste, wie denn auch ringsherum die Breite der Segmente und Kugeln, die gar nicht bei allen dieselbe war, vollkommen einander entsprach. Diese äusseren Kugeln hatten so ziemlich die Grösse derer des fünften Stadiums, nämlich durchschnittlich 0,072‴ Breite, 0,096‴ Länge, und waren auch in übriger Beschaffenheit, insonderheit der Grösse der Embryonalzellen und der Kerne, denselben gleich. In ihrer Mitte waren 16 andere, kleinere Kugeln mehr unregelmässig gelagert, doch so, dass an einigen Stellen eine Andeutung einer ebenfalls ringförmigen Anlagerung sich fand. Der freie, von den Furchungshügeln nicht bedeckte Raum

mitten in der sich furchenden Stelle war auch hier vorhanden, doch nicht mehr kreisförmig, sondern in der Weise, dass zwischen den 16 innern Kugeln einzelne grössere oder kleinere unregelmässige Lücken, wo die Dotterkörner frei zu Tage lagen, übrig blieben. Was die Grösse der kleineren Kugeln betrifft, so massen sie ungefähr 0,048‴, bestanden einzig und allein aus Elementarkörnchen ohne Beimischung von Dotterkörnern, und schienen ebenfalls halbkugelig zu sein, wie die des fünften und die äusseren dieses siebenten Stadiums, an denen ich es bestimmt wahrnahm. Die Grösse der Embryonalzellen derselben, deren Kerne ich nicht sah, betrug 0,01 — 0,013‴. — Die zwei folgenden Zustände beobachtete ich an Eiern aus demselben Eierklumpen. Ich fand eines mit 32 Segmenten und 32 Kugeln, ein anderes mit 32 Segmenten und 64 Kugeln. Bei ersterem oder dem achten Stadium waren die Kugeln noch gerade so beschaffen und ebenso gestellt, wie ich sie vorhin vom siebenten beschrieb, die Segmente dagegen schmaler, länger und verdoppelt, so dass jetzt je zwei derselben an eine Kugel zu liegen kamen, sonst, auch was die Grösse ihrer Embryonalzellen betraf, den früheren gleich. Im neunten Stadium zeigte sich die Zahl der Segmente unverändert, ihre Breite dagegen hatte zugenommen, ihre Länge sich vermindert; von den Kugeln fanden sich die 32, die wir im vorigen und vorvorigen Stadium trafen, noch unverändert vor, andere 32 waren neu hinzugekommen, nahmen im Verhältnisse zu den Segmenten wieder dieselbe Stellung ein, die ich früher beschrieb, die nämlich, dass je eine Kugel einem Segmente entsprach, waren rechteckig rundlich, im Kreise gestellt u. s. w., etwas schmaler, als die Kugeln der äusseren Reihe des fünften Stadiums, aber länger; ihre Masse bestand aus Elementarkörnchen, die eine mit einem Kern begabte Embryonalzelle von 0,014‴ bargen. Von den grösseren der inneren Kugeln ist noch zu bemerken, dass auch sie jetzt nicht mehr regelmässig im Kreise, sondern mehr zerstreut und mit den kleineren theilweise untermischt lagen.

Die drei so eben beschriebenen Stadien habe ich aber nicht so regelmässig ausgeprägt gefunden, wie ich der Deutlichkeit wegen es darstellte, vielmehr waren in diesen Eiern die Furchungstheile nicht alle auf gleicher Stufe der Entwickelung, sondern einige den andern vorgeeilt, andere zurückgeblieben. Da nun gerade diese Zwischenstufen zur Kenntniss der successiven Entfaltung der Furchungen wichtige Beiträge liefern, so will ich derselben hier noch gedenken. Bei dem im achten Stadium befindlichen Eie traf ich zwei Abschnitte, die dem sechszehnten Theile eines Kreises entsprachen, und dessnahen noch auf der im siebenten Stadium sich verwirklichenden Stufe standen; ferner beobachtete ich im neunten etliche Segmente, die eben im Begriffe waren, in eine Kugel und ein neues Segment zu zerfallen, andere schon zerfallene, wo die Grenze zwischen den Kugeln und Segmenten ungemein schwach angedeutet war, endlich zwei Segmente, die nach innen die anderen um ein Bedeutendes überragten, so dass ihre Spitze mit den Kugeln der äussersten Reihe in einer Linie stand, die also offenbar noch auf der Stufe des achten Stadiums sich befanden.

Bis zu diesem Punkte vermochte ich die Furchungen beinahe Schritt für Schritt zu verfolgen, über die weiteren Zustände jedoch kann ich nur allgemeinere Aufschlüsse ertheilen. Zwar weiss ich, dass die Vermehrung der Kugeln sowohl, wie der Segmente, auch in den nächstfolgenden Stadien fortdauert, ich weiss, dass die Segmentbildung aufhört, und selbst, auf welche Weise diess geschieht, auch kenne ich noch manche andere Verhältnisse der sich furchenden Dotterstelle; allein ich schwebe durchaus im Dunkeln in Betreff der Reihenfolge dieser Veränderungen und der endlichen Zahl der Segmente und Kugeln, und kann auch nur vermuthungsweise angeben, wo die Furchung aufhört und andere Processe beginnen.

Die Grösse der sich furchenden Stelle, die ich von nun an »*Keim* oder *Keimstelle*« nennen werde, da ich den so verschiedenen Theilen gegebenen Namen »Keimschicht« zu vermeiden wünsche, welche von Anfang an im Durchmesser 0,9‴ betrug und am Ende der bis jetzt beschriebenen Veränderungen auf 1,18 — 1,2‴ gewachsen war, nimmt auch fernerhin bis zum Auftreten der ersten Organe des Embryo zu; ich mass dieselbe 0,4‴ in einem Ei, wo gerade das letzte Stadium der Segmentbildung zu sehen war, und fand Keime ohne Segmente, nur aus Kugeln bestehend, in allen Grössen zwischen der genannten und 2‴.

Was die Zusammensetzung des Keimes betrifft, so will ich vor Allem von dem Verschwinden der Segmente reden, das kurze Zeit vor der grössten Ausbreitung des Keimes statt hat. Am 8ten Juni beobachtete ich ein Ei, dessen Keim 1,4‴ mass, in welchem die Segmente, deren Zahl ich leider nicht angeben kann, gerade im Verschwinden, in ihrem Uebergang in Furchungskugeln begriffen waren. Die drei äussersten Schichten oder Lagen dieses Keimes boten folgende eigenthümliche Verhältnisse dar. Die innerste bestand aus rundlich-viereckigen, dicht an einander und im Kreise gelagerten Furchungskugeln mit Elementarkörnchen und Embryonalzellen, wie die schon öfters beschriebenen; nach aussen von denselben kamen rechteckig-rundliche, ebenfalls aneinanderstossende und im Ringe gestellte Kugeln, deren Stelle nur an einigen Orten durch Segmente, die meist schon Andeutungen von der Theilung in Kugeln und Segmente in oben beschriebener Weise zeigten, eingenommen war; die dritte Lage endlich bestand, mit Ausnahme der Stellen, wo die in die zweite Schicht hineinragenden Segmente sich fanden, aus Furchungsabschnitten, an denen alle Uebergänge in Furchungskugeln wahrzunehmen waren. Einige derselben waren noch ganz wie die früheren gebildet, indem sie an ihrer Spitze mit einer Anhäufung von Elementarkörnchen und einer Embryonalzelle versehen waren, ihre Seitentheile an einander stiessen und die beiderseitige Begrenzung nur als eine feine, linienförmige Spalte sich darstellte; an andern hatte, in einiger Entfernung von ihrer an die Kugeln der zweiten Reihe stossenden Spitze, zu beiden Seiten eine seichte Einschnürung sich gebildet, so dass ein Segment durch einen langen, schmalen, rhombischen Zwischenraum vom andern getrennt erschien. Diese Einschnürung nun drang immer tiefer, viele Segmente bestanden wie aus zwei Theilen, einem inneren, rechteckig oder viereckig rundlichen und einem äusseren von der Gestalt

der früheren Segmente, und so ging es fort, bis dieselben beinahe ganz von einander sich gelöst hatten, und jeder seine eigenen Begrenzungslinien zeigte. Diese waren nur da scharf und deutlich, wo der innere, halbabgeschnürte Theil der Segmente sich befand, in welchem auch die Embryonalzelle und beinahe alle Elementarkörnchen lagen, der äussere Theil dagegen, der keine Zelle und nur wenig Körnchen enthielt, bot um so schwächere Begrenzung dar, oder war mit andern Worten um so weniger über den Dotter erhoben, je mehr die Abschnürung vorgeschritten war. In den letzten beobachteten Momenten dieses Vorganges endlich war von dem äusseren Theil der Segmente keine Spur mehr vorhanden, der innere dagegen hatte sich fast vollkommen kreisförmig abgegrenzt und zu einer rundlich-viereckigen Furchungskugel gestaltet, nur nach aussen war noch eine 0,02‴ breite Lücke zu sehen, wo Dotteroberfläche und Kugel continuirlich in einander übergingen und die Elementarkörnchen beider an einander stiessen, von denen die, welche dem früheren äusseren Theile der Segmente angehört hatten, in einer nach aussen strahlenden Linie angelagert waren, so dass jetzt das noch nicht ganz zur Kugel gewordene Segment fast wie ein Komet mit grossem Stern und dünnem, kurzem Schweife sich ausnahm. Von den drei Schichten dieses Eies sage ich noch, dass die Elemente aller an Zahl vollkommen sich gleich kamen, und so angeordnet waren, dass immer zwei Kugeln und ein Segment ganz regelmässig in einer Linie lagen und mit den entsprechenden Theilen sich berührten. Die Grösse anbelangend massen die Kugeln der inneren Schicht 0,048‴, die der mittleren 0,05‴ in der Breite und 0,054‴ in der Länge, die Spitzen der Segmente endlich oder die aus ihnen sich herausbildende, äusserste Schicht von Kugeln 0,04‴. Die Embryonalzellen aller dieser Theile waren sich fast gleich 0,01—0,012‴, ohne erkennbare Kerne; zwei der Kugeln enthielten je zwei Embryonalzellen.

Aus diesen Thatsachen lässt sich, obschon ich die Umbildung der Segmente nicht ganz bis zu Ende verfolgte, doch soviel mit Sicherheit entnehmen, dass die Segmente zuletzt in Furchungskugeln sich umwandeln, indem ihre Spitze sammt der Embryonalzelle darin sich abschnürt, der übrige Theil aber sich verflacht und mit dem Dotter sich ausgleicht; ferner auch noch, dass dieser Vorgang nach dem Zerfallen der vorletzten Segmente in Kugeln und neue Segmente, und nicht nach dem Zerfallen derselben je in zwei Segmente statt findet, sofern man nämlich annehmen will, dass in diesem einzigen von mir gesehenen Falle die Regel ausgeprägt gewesen sei.

Von nun an hat also der Keim nicht eine ringförmige Lage von Furchungssegmenten, sondern von Furchungskugeln zu seiner Begrenzung und besteht, während er anfangs nur aus Segmenten, dann aus Kugeln und Segmenten zusammengesetzt war, jetzt nur noch aus Kugeln, deren verschiedene Verhältnisse, so weit ich sie erforschen konnte, den Gegenstand der folgenden Betrachtung ausmachen werden.

Der Raum, der anfangs zwischen den innersten Kugeln lag, erst rundlich und dann

unregelmässig wurde, verschwindet später immer mehr, und man findet zuletzt am ganzen Keime keine Lücke, wo der Dotter frei zu Tage läge, sondern es stehen dann überall Kugeln an Kugeln dicht gedrängt, so zwar, dass anfangs die centralen Kugeln noch rundlich sind, später durch gegenseitige Abplattung polygonal werden. Wodurch diese Verhältnisse hervorgebracht werden, ob durch Neubildung von Kugeln, durch Wachsthum der alten oder durch ein Zusammenziehen des ganzen Keimes, will ich später erörtern. Zugleich mit dieser Veränderung, die gegen das Ende der Zeit, wo noch Segmente vorhanden sind, und gleich nach derselben eintritt, findet sich eine andere, wichtigere. Man findet nämlich auf einmal im Centrum des Keimes eine bei durchfallendem Lichte dunkler, bei auffallendem heller, als der übrige Keim, erscheinende Stelle von runder Begrenzung, die selbst dem blossen Auge schon sichtbar ist und im Durchmesser ungefähr dem Radius des ganzen Keimes gleich kömmt. Die Ursache dieser Erscheinung ist nicht schwer zu ermitteln: es findet sich nämlich an dieser Stelle eine mehrfache Lage von Kugeln eine über der andern, an den peripherischen Stellen des Keimes dagegen nur eine einfache Schicht derselben. Mit Bestimmtheit habe ich zwei Schichten von Kugeln gesehen und selbst an erhärteten Eiern theilweise mit dem Messer dargestellt, ob aber nur zwei oder mehr da waren, darüber konnte ich zu keinem Entscheid gelangen. Eben so wenig möchte ich darüber mit Sicherheit mich aussprechen, ob diese Vermehrung der Kugelschichten, wie es nach meinen Beobachtungen den Anschein hat, an vielen Stellen zugleich in grösserem Umfange vor sich gehe, oder ob dieselbe klein anfangend im Centrum des Keimes beginne und nach und nach weiter greife; denn obschon ich viele Eier aus diesen Stadien vor mir hatte und von einem allmäligen Entstehen der Schichtung nichts wahrnahm, so könnte doch ein solches durch Zufall, oder weil es sehr rasch vorüberging, sich mir entzogen haben. Die Vermehrung der Furchungskugeln in der Tiefe oder die Schichtung derselben greift, einmal eingeleitet, immer weiter, so dass am Ende dieses ersten Abschnittes der Entwickelung zwei Drittheile des Keimes daran Theil nehmen und nur die äussersten an der Peripherie gelegenen Theile dieser Veränderung fremd geblieben sind.

Wichtig ist es auch, die Grössen der Keimelemente, den Wechsel ihrer Gestalt und ihre relative Lage in den verschiedenen Stadien der Furchung zu betrachten. Während mit den Segmenten eine zwiefache Veränderung vor sich geht, indem sie bald schmaler werden, bald an Breite zu-, an Länge nur um ein Weniges abnehmen, dagegen weiter nach aussen rücken, je nachdem sie radial in zwei neue Segmente sich spalten oder in eine Kugel und ein Segment zerfallen, nehmen die Kugeln während der ganzen Entwickelung des Keimes auffallend an Grösse ab. Die grössten, die ich beobachtete, massen 0,096‴, die kleinsten 0,012—0,009‴, von den zwischen diesen beiden Zahlen inne liegenden fanden sich nur gewisse, nämlich 0,048 und 0,024‴ oder denselben nahe kommende Grössen. Nie fand ich Kugeln von allen diesen Grössen in einem Keime beisammen,

sondern ganz in der Regel nur von zweien, sehr selten von dreien; immer lagen die kleineren im Centrum, die grösseren an der Peripherie. So finden sich im siebenten und neunten Stadium nur Kugeln von 0,096 und 0,048‴, um die Zeit, wo die letzten Segmente getroffen werden, solche von 0,048 und 0,024‴, und ganz zuletzt von 0,024 und 0,012‴, und zwar glaube ich die kleinsten nur an den Stellen gesehen zu haben, wo der Keim aus mehreren Schichten besteht. Die Embryonalzellen, die erst so deutlich waren, sind später theils ihrer Blässe und Kleinheit wegen schwer zu sehen, theils weil sie in den Elementarkörnern der Kugeln versteckt liegen; gelingt es, vornämlich an isolirten Kugeln, sie deutlicher zu erblicken, so gewahrt man in seltenen Fällen den Kern in ihnen, neben welchem wohl noch einige andere Körnchen liegen, oder sieht wohl auch die Körnchen, nicht aber den Kern. Die Grösse der Embryonalzellen variirt zwischen 0,018 und 0,008‴, sie nehmen also in einem ganz anderen Verhältniss an Grösse ab, als die Kugeln. Was die Elementarkörnchen betrifft, welche die Substanz der Kugeln constituiren, so sind sie erst in dichten Massen in denselben vorhanden, so dass dieselben aus nichts anderem zu bestehen scheinen; nachher vermindern sie sich wieder und die Kugeln werden durchsichtiger. So kommt es, dass in den späteren Stadien die Kugeln des Centrums und der Peripherie nicht bloss an Grösse, sondern auch in ihrer Zusammensetzung einigermassen verschieden sich zeigen.

Ich komme nun zu der wichtigen Frage, ob die Furchungshügel, namentlich die Kugeln, Zellen sind oder nicht. Von den Segmenten, vom ersten an bis zum letzten, ist es einmal ganz gewiss, dass sie diess nicht sind, da sie ausser der glatt über sie hingehenden Dotterhaut keine andere Hülle besitzen, wie man diess besonders leicht an den Abschnitten der ersten Stadien sieht, wo die scharfe Grenze, die die Hügel umgibt, dadurch entsteht, dass an deren Spitze die Elementarkörnchen, an ihren äusseren Theilen die Dotterkörner eines dicht ans andere gedrängt liegen, und so eine glatte Oberfläche und von der Seite gesehen, eine scharfe Begrenzungslinie bilden. Aehnlich verhält sich die Sache auch an den späteren, schmaleren Segmenten, bei denen allen von einer Zellennatur nicht die Rede sein kann; übrigens sind auch die Segmente alle nur höchst unvollkommen vom Dotter abgegrenzt, hängen nach innen zu fest mit demselben zusammen und sind nur durch künstliche Trennung isolirt darzustellen; Gründe genug, die gegen ihre Zellennatur sprechen. Aber wie mit den Kugeln? Haben auch diese keine Membranen? Von denen des fünften und siebenten Stadiums habe ich schon oben angegeben, dass sie keine Hülle besitzen und nur Kugelsegmente darstellen, dass sie also nichts anderes als auf dem Dotter sitzende und mit demselben verbundene Hügelchen von Elementarkörnchen sind, gerade wie die Segmente; auch in den späteren Stadien habe ich je an den äussersten, grössten Kugeln ähnliches wahrgenommen. Anders verhält sich die Sache mit den kleinen inneren Kugeln. Diese sind nicht mehr halbkugelig, sondern kugelig, jedoch etwas plattgedrückt

und gleichen täuschend andern thierischen Zellen. Zu welcher Zeit ihre Entstehung aus den runden Furchungshügeln vor sich gehe, kann ich nicht mit Bestimmtheit angeben, nur so viel, dass ich die vollkommen runden Kugeln in allen Eiern aus späteren Stadien als dem oben beschriebenen neunten im Centrum der Keimstelle gefunden habe. Ob sie Membranen besitzen oder nicht, ist schwer zu ermitteln. Sie haben ganz scharfe Umrisse, die sich nur als eine Linie darstellen, und ebenso gut von sehr dünnen Membranen herrühren, als die einfache Begrenzungslinie der hellen, durchsichtigen Substanz sein könnten, die neben den sparsameren Körnern diese kleineren Kugeln zusammensetzt. Würden hier, wie früher, die Kugeln von Körnern begrenzt, so wäre es leichter, sich vom etwaigen Dasein einer Hülle zu überzeugen; so aber muss man in letzter Instanz zum Wasser seine Zuflucht nehmen. Imbibirte Kugeln nun stellen sich gerade so dar, wie *Bischoff* es von den Furchungskugeln der Kaninchen, *Bergmann* von denen der Batrachier, ich von denen der Ascariden beschrieben habe; die ganze Kugel wird aufgelockert, bekömmt hie und da Vorsprünge, nimmt unregelmässige Gestalt an, die Körnchen lösen sich von einander, die Embryonalzelle wird deutlicher, aber nirgends scheidet sich eine Hülle von dem Inhalt, sondern es bleibt bis an die äusserste Peripherie die blasse, nun noch hellere Substanz, welche die Grundmasse der Kugeln auszumachen scheint. Daraus glaube ich mit einiger Wahrscheinlichkeit entnehmen zu dürfen, dass auch die Furchungskugeln der späteren Stadien keine Zellen sind, sondern nur Aggregate einer wahrscheinlich zähen Substanz, welche Elementarkörnchen und die Embryonalzellen einschliesst, dass sie also ganz die gleiche Bildung zeigen, wie die Segmente aller Stadien, mit einziger Ausnahme, dass diese mehr Elementarkörnchen und ausserdem noch an ihren peripherischen Theilen Dotterkörner einschliessen, die, worauf ich zu achten bitte, in den Kugeln gänzlich mangeln.

Hiemit hätte ich meine Beobachtungen an Sepia dargelegt und gehe nun noch zur Erwähnung der Verhältnisse, die Loligo bietet, über. Von dieser habe ich nur ein einziges Ei aus den Stadien der Furchung gesehen, wo Segmente vorhanden sind. Es waren sechs Segmente da, von denen vier Achtels-, zwei Viertelssegmente darstellten und die alle in ihrer Spitze eine Anhäufung sehr feiner Körnchen mit einer Embryonalzelle von 0,009‴, die sehr blass war und keinen Kern wahrnehmen liess, enthielten; die Grösse des ganzen Keimes betrug 0,12‴ im Durchmesser. Von diesem Stadium bis zu den späteren, wo schon mehrere Kugelschichten im Centrum der Keimstelle sich fanden, kam mir keines mehr zu Gesicht; von diesen dagegen habe ich mehrere beobachtet und bewahre noch jetzt welche in Spiritus auf, die sich ganz gut erhalten haben. Ein solcher Keim aus den späteren Stadien gleicht, die Grössenverhältnisse ausgenommen, fast ganz denen von Sepia. Die Kugeln sind innen kleiner, aussen 2 — 3mal grösser, enthalten ziemlich sparsame Elementarkörnchen, verhalten sich im Wasser wie die von Sepia, besitzen alle eine, in sehr seltenen Fällen zwei Embryonalzellen, deren Kerne wohl nur ihrer Kleinheit wegen nie gesehen werden konnten. Von den

Dimensionen der Theile gebe ich einige an. In einem Eie, dessen Keimstelle 0,292‴ mass, waren die Kugeln des Centrums 0,0098—0,012‴, die der Peripherie 0,018—0,03‴ gross; die Embryonalzellen der kleineren hatten 0,0048‴, die der grösseren 0,006—8‴ Durchmesser; die Breite der centralen Stelle, wo die Kugeln mehrschichtig lagen, betrug 0,096‴. In einem andern Eie war die Breite der Keimstelle = 0,48‴, die des Centrum 0,12‴, der inneren Kugeln 0,0098—0,012‴, ihrer Zellen 0,004‴, der äusseren Kugeln 0,018‴, ihrer Zellen 0,006‴. Diese wenigen Beobachtungen sind, wie mir scheint, doch hinreichend, um zu zeigen, dass im Allgemeinen die Verhältnisse von Loligo denen der Sepia ähnlich sind.

Indem ich mich nun zur Erklärung aller bis hieher dargelegten Beobachtungen und ihres Zusammenhanges wende und in die Untersuchung über das Wesen der Furchung selbst eintrete, beginne ich mit den Embryonalzellen und der Frage nach der Entstehung, Vermehrung und Bedeutung derselben und der Rechtfertigung des Namens, den ich ihnen gab. In *Müller*'s Archiv 1843, Heft 1—3, beschrieb ich die in den Furchungskugeln vieler Thiere liegenden Zellen, machte die Kerne derselben und ihre Vermehrung durch endogene Zellenbildung bekannt; ich zeigte, dass bei manchen Thieren keine Dottertheilungen vorkommen, sondern nur ähnliche Kernzellen, wie sie bei andern in den Furchungskugeln liegen, die, nachdem sie eine gewisse Zeit sich vermehrt haben, allein und einzig in den Leib des Embryo übergehen, schloss hieraus und aus dem Einflusse der Zellen der Furchungskugeln auf die Dottertheilungen selbst, dass diese Zellen der wichtigste Theil des entstehenden Embryos sind, erklärte sie bei beiden Entwickelungsweisen, bei der Furchung sowohl wie bei dem Mangel derselben, für analoge Gebilde und nannte sie Embryonalzellen. Da ich nun bei den Cephalopoden in den sich furchenden Theilen in jedem derselben ähnliche Zellen fand, die ebenfalls Kerne enthielten und einen bestimmenden Einfluss auf die Furchung auszuüben schienen, so war es natürlich, dass ich diese Zellen mit denen sich furchender und der Furchung ermangelnder Eier anderer Thiere gleichbedeutend, d. h. für Embryonalzellen hielt. Freilich hatte ich deren Vermehrungsweise nie, die Kerne lange nicht immer gesehen, allein für das letztere erklärte die Kleinheit des Gegenstandes hinreichend den Mangel der Beobachtung, und was das erste betrifft, so hatte ich doch im Ganzen acht Mal zwei Embryonalzellen in einzelnen Furchungskugeln gesehen, was mich wenigstens bewog, auch diesen Punkt als mit den anderweitig vorkommenden Verhältnissen in Uebereinstimmung zu betrachten. Demnach halte ich die in den Segmenten und Kugeln von Sepia und Loligo eingeschlossenen Kernzellen für die ersten wahren Embryonalzellen, glaube, dass sie durch endogene Zellenbildung sich vermehren, so nämlich, dass je in einer Zelle zwei Tochterzellen entstehen, endlich, dass das Freiwerden der Tochterzellen dem Zerfallen der Furchungstheile stets vorangeht. Die Frage nach dem Entstehen der Tochterzellen und dem der allerersten Embryonalzelle kann ich nur ungenügend und andeutungsweise beantworten. In Bezug auf ersteres wäre zu wissen wünschenswerth, ob dieselben um ihre Kerne sich bilden oder ob diese später entstehen, ob im ersten Falle die Kerne durch Theilung

des Kernes der Mutterzelle entstanden oder ob dieser erst sich auflöste und dann zwei neue sich bildeten: alles Fragen, die ich nur durch Hinweisung auf die Rundwürmer erledigen kann, wo ich die Theilung der Kerne der Embryonalzellen und häufiges Vorkommen von zweien in einer Zelle fand, und daraus auf Bildung der Tochterzellen um Kerne schloss. Was die Entstehung der ersten Embryonalzelle betrifft, so gehe ich einmal davon aus, dass Keimbläschen und Keimfleck, da beide in befruchteten Eiern geschwunden sind, keinen Antheil daran haben, ferner von der oben dargelegten Beobachtung von einer Ansammlung von Körnchen am Embryonalpole noch vor der Ausbildung des ersten Furchungsstadiums, endlich von der der Analogie nach wahrscheinlichen Entstehung der späteren Embryonalzellen um Kerne, und stelle als Vermuthung über die Bildungsweise dieser Zelle und des ersten Stadiums der Furchung die Ansicht auf, dass einige Zeit nach der Befruchtung am Embryonalpole vielleicht durch den Einfluss des flüssigen Inhaltes des Keimbläschens, das ja an eben dieser Stelle lag, eine immer zunehmende Anhäufung von Elementarkörnchen auftrete, dass in diesen entweder durch Grösserwerden eines derselben oder durch Verschmelzen mehrerer ein Kern, und um diesen die erste Zelle sich bilde, endlich, dass letztere dermassen auf die umliegenden Körnchen und Dottermasse anziehend einwirke, dass eine theilweise Erhebung derselben und somit der erste Furchungshügel entstehe.

Bevor ich jedoch diese Ansicht, dass die erste Zelle auch die erste Erhebung des Dotters bedinge, näher begründe und auf den ganzen Prozess der Dottertheilung auszudehnen suche, muss ich noch in formeller Beziehung einige Bemerkungen über die Furchungen machen. Das ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die Vermehrung der Segmente, wie sie fast bis ans Ende der Furchung getroffen wird, so vor sich geht, dass ein Segment durch radiale Theilung in zwei zerfällt; die Entstehung der Kugeln dagegen bietet complicirtere Verhältnisse dar. Die einen derselben, die jeweiligen grössten und in den äussersten Schichten des Keimes gelegenen, bilden sich, so lange Segmente da sind d. h. bis fast ans Ende dieser Periode durch Abschnürung der Spitzen der Segmente, indem nämlich aus einem jeden solchen eine Kugel und ein neues Segment hervorgehen, wie diess durch die oben angeführten Thatsachen zur Genüge bewiesen wird; die inneren, kleineren Furchungskugeln dagegen verdanken ihren Ursprung einzig und allein grösseren Kugeln, was ich zwar nicht gesehen habe, aber doch mehr als wahrscheinlich machen kann, da man statt der grösseren die doppelte Zahl von um die Hälfte kleineren auftreten und in späteren Stadien mit der Vermehrung der Kugeln dieselben immer kleiner werden sieht, da ich auch einige Male Kugeln mit zwei Zellen antraf, wo die inneren Elementarkörner derselben dichter um die Zellen herumlagen, die, wie ich glaube, sich zu theilen im Begriffe waren, endlich gar nicht selten solche beobachtete, die eben sich getheilt haben mussten, da sie mit glatten Flächen hart an einander lagen, im Umrisse jede für sich halbkugelig, beide zusammengenommen fast noch kreisförmig erschienen und ihre Zellen ebenfalls dicht an den sich berührenden Flächen beider gelagert waren. Mehr oder weniger eingeschnürte Zellen kamen mir nie zu Gesicht; dagegen habe ich, wie man sich erinnern wird,

an einem anderen Orte die Abschnürung wirklich gesehen, in dem Stadium nämlich, wo die letzten Segmente in Kugeln sich umwandeln, so dass ich diesen Vorgang mit Fug und Recht als einen nicht bloss bei der Bildung der Segmente sondern auch der Kugeln vorkommenden betrachten darf. — Schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie die Keimstelle nach dem Aufhören der Segmentbildung wachse. So lange diese vorhanden war, dehnte sich der Keim dadurch aus, dass die Spitzen der Segmente sich ablösten, und diese, mit neuen Zellen versehen, weiter nach aussen rückten und neue Dotterpartieen in ihren Bereich zogen; wie aber jetzt? Sollen wir annehmen, dass auch die peripherischen Kugelschichten eine ähnliche Rolle spielen, wie die Segmente, oder sollen wir an eine Neubildung von Kugeln glauben? Gegen letzteres spricht in sehr hohem Grade die Analogie, da wir bis jetzt keinen einzigen Furchungstheil frei, sondern alle in Abhängigkeit von den früheren entstehen sahen, und schwerlich einen Grund finden könnten, um jetzt einen anderen Vorgang eintreten zu lassen; ersteres wäre dann denkbar, wenn je die äusseren Kugeln, bevor sie sich theilten, an Masse zunähmen, worauf ich leider nicht geachtet habe und wofür ich, ausser der Analogie mit den Segmenten, die, indem sie in eine Kugel und ein neues Segment zerfallen, ebenfalls ihre Herrschaft über den Dotter ausdehnen und an Masse zunehmen, keinerlei Beobachtung aufweisen kann. Nur den negativen Grund will ich noch anführen, dass ich von einer Neubildung von Kugeln nie eine Spur gesehen habe, dass vielmehr die Grenze des Keimes stets ganz scharf gegen den Dotter abgeschnitten war und hier keine Ansammlungen der Elementarkörnchen, keine Embryonalzellen u. s. w. sich fanden. Ich möchte demnach, obschon ich nicht mit aller wünschbaren Sicherheit auftreten kann, mich dahin aussprechen, dass höchst wahrscheinlich keine Kugeln unabhängig von den alten sich bilden, dass vielmehr auch nach dem Aufhören der Segmentbildung der Keim dadurch an Umfang wächst, dass je die Kugeln der äussersten, vielleicht auch mehrerer Reihen, bevor sie sich theilen, an Grösse zunehmen und so Ausbreitung der Kugelschichten ohne zu grosse Verkleinerung der Kugeln möglich wird. Später, wenn ich auf die Bildung des Dottersackes zu sprechen komme, werde ich ähnliche Verhältnisse zu berühren haben.

Was die Entstehungsweise der verschiedenen Schichten des centralen Theiles des Keimes betrifft, so ist es gewiss, dass diese entstehen können, indem die Kugeln so sich theilen, dass die zwei neuen in der Richtung des Radius des Eies, also eine über der andern liegen, auch stimmen die beobachteten Grössenverhältnisse damit überein; beim neunten Stadium, z. B. messen die innersten Kugeln 0,048‴, diese können also noch einmal in zwei in der Fläche nebeneinanderliegende Kugeln von 0,024‴ zerfallen, bevor sie in zwei übereinanderliegende von 0,012‴ sich theilen, wie sie eben im mehrblätterigen Centrum der späteren Eier gefunden werden; in entsprechender Weise traf ich in dem Eie, wo die Segmente in ihrem letzten Stadium zu sehen waren, die innersten Kugeln von

0,024‴ und von Schichtung derselben noch keine Spur. Es kann also die Schichtung durch Theilung der vorhandenen Kugeln in einer von der früheren abweichenden Richtung zu Stande kommen, und in der That spricht auch Alles dafür, dass diess wirklich geschieht, da die Vermehrung der übrigen Kugeln aller durch Theilung geschieht und von Neubildung derselben nirgends etwas zu sehen ist.

In Betreff der Aufeinanderfolge der verschiedenen Stadien und deren eigenthümlicher Ausprägung habe ich noch einige Lücken zu ergänzen. Anbelangend das erste Stadium, so habe ich schon gesagt, dass dasselbe in einer kreisförmigen, leichten Erhebung am Embryonalpole des Dotters mit einer Anhäufung von Elementarkörnchen und der ersten Embryonalzelle in ihrer Mitte sich manifestiren werde, eine Annahme, die durch die Verhältnisse, wie sie bei den Fischen namentlich und auch bei Alytes sich finden, und den Hinblick auf die nächstfolgenden Furchungsstadien von Sepia gewiss vollkommen gerechtfertigt wird; aus gleichen Gründen möchte nicht bezweifelt werden können, dass die Körnchen vor der Zelle und diese vor der Erhebung des Dotters sich bildeten und dass das zweite Stadium oder die Theilung des ersten Hügels in zwei erst dann erfolgte, als die zwei in der ersten durch endogene Bildung erzeugten Zellen nach der Resorption derselben frei wurden. Auch das sechste, von mir nicht gesehene Stadium lässt sich, wie ich glaube, unschwer ergänzen, indem man annimmt, dass in demselben die Keimstelle aus 16 Abschnitten, die Sechszehntelssegmente darstellten, und 16 Kugeln von 0,048‴ bestand, die durch gleichzeitige Theilung der Kugeln und Segmente des fünften Stadiums hervorgingen, Verhältnisse, die ein Blick auf die Zeichnungen gleich deutlich machen wird. Was dagegen die nach dem neunten Stadium eintretenden Veränderungen betrifft, so vermag ich nur über die Weise, wie die Theilung der Segmente vor sich geht, eine Andeutung zu geben; dazu aber sind meine Beobachtungen lange nicht hinreichend auch für die Vermehrung der Kugeln ein Gesetz aufzustellen. Wenn man das oben mitgetheilte und die gleich folgende Tabelle betrachtet, so wird man finden, dass jedes Segment das eine Mal in zwei neue sich theilt und nicht nach aussen rückt, so im Stadium IV, VI und VIII, das andere Mal in eine Kugel und ein Segment zerfällt und dann weiter nach aussen rückt, und über den Dotter sich ausbreitet; so in den Stadien V, VII und IX. Nehmen wir nun an, was nach diesem wahrscheinlich erscheinen muss, dass während der ganzen Vermehrung der Segmente ein gleiches Abwechseln zwischen den beiden Weisen, wie dieselben sich theilen können, stattfinde, so erhalten wir ein einfaches Gesetz, dass während der einen Hälfte der Stadien der Furchung Verdoppelung der Segmente, in der andern Hälfte Theilung derselben in Kugeln und Segmente und zwar beide Vorgänge abwechselnd sich finden. Demnach würde auch in dieser Periode der Furchung, wo eine doppelte Theilungsweise der Segmente vorkömmt, die Vergrösserung des Keimes und die Entstehung neuer Kugeln ohne Zuthun der schon bestehenden nicht stetig, sondern nur in der Hälfte der Stadien getroffen werden. Viel

mehr als dieses über die Reihenfolge der Bildung der verschiedenen Furchungskugeln in dieser Periode zu sagen, wage ich nicht. Doch geht daraus hervor, dass dieselben nicht alle von einer primitiven Kugel, d. h. einer solchen, die sich noch nicht getheilt hat, nicht einmal von einer Generation derselben, sondern von so viel Generationen primitiver Kugeln, als der Hälfte der Furchungsstadien dieser Periode gleichkommen, abstammen; die Zahl aller primitiven Kugeln würde der Zahl aller in dieser Periode jemals vorhandenen Segmente zusammengenommen adäquat sein. Fragen wir nach der Ursache dieser Gesetzmässigkeit in der Reihenfolge der Theilung der Furchungshügel, so können wir wohl den näheren Grund derselben mit grosser Wahrscheinlichkeit in die Embryonalzellen legen, nämlich in eine verschiedene Lagerung der Tochterzellen entweder schon bei ihrer Entstehung oder bei ihrem Freiwerden; wir können annehmen, dass wenn in einem Segmente die zwei Tochterzellen in der Richtung des Längendurchmessers desselben neben einander liegen, dasselbe in ein Segment und eine Kugel, wenn in der Richtung des Querdurchmessers, in zwei Segmente zerfallen werde; allein damit ist die Frage nicht erledigt, sondern nur weiter hinausgeschoben, doch ist das gewonnen, dass in die Embryonalzellen, in deren successiven Vermehrung wir den Urgrund der Furchungen erkennen werden, nicht blos die Ursache der Theilung überhaupt, sondern auch der Richtung und verschiedentlichen Abwechslung derselben gelegt werden kann.

Eines Punktes muss ich noch erwähnen, in den ich keine klare Einsicht gewonnen habe, es ist diess das Verschwinden der Lücken, die früher zwischen den Segmenten und Kugeln der Mitte des Keimes sich fanden, und das Näheraneinanderrücken der centralen Kugeln, so dass dieselben sich gegenseitig abplatten. Geschieht diess durch ein in geringem Grade stattfindendes Sichzusammenziehen des Keimes, oder durch ein Zusammensinken der früher hervorragenden Keimstelle? Letzteres wäre nicht unmöglich, denn wenn schon der Keim zu keiner Zeit sich sehr über den Dotter erhebt, so geschieht diess doch in den ersten Zeiten mehr als in den letzten, wo er eine ganz flache Scheibe darstellt.

Bevor ich weiter gehe, wird es nicht unpassend sein, die gewonnenen Hauptresultate in tabellarischer Uebersicht zu wiederholen.

Stadien d. Furchung.	Zahl d. Segmente.	Zahl d. Kugeln.	Grösse d. Kugeln.
II	2	0	—
III	4	0	—
IV	8	0	—
V	8	8	0,096‴
VI	16	16	0,048‴
VII	16	32	16 von 0,048‴ 16 von 0,096‴
VIII	32	32	wie vorhin
IX	32	64	16 von 0,048‴ 48 von 0,096‴
Zur Zeit des Schwindens der Segmente	?	?	0,048 und 0,024‴
Kurz vor dem Auftreten der ersten Organe	0	?	0,024 und 0,012‴

Ich komme jetzt zur Untersuchung der den Furchungen zu Grunde liegenden Momente oder des Wesens derselben. Bisher zog ich alle in diesem Abschnitte behandelten Erscheinungen unbedingt zur Furchung des Dotters und beschrieb sie als solche; es möchte mir aber mancher sagen, was du als Furchung ansiehst, ist etwas ganz anderes oder nur zum Theil als solche zu betrachten. Aber, frage ich zurück, was ist denn Furchung? Gibt es einen Naturforscher, der bis jetzt eine klare Vorstellung und Einsicht von diesem merkwürdigen und alle Augen auf sich ziehenden Vorgange gehabt hätte? *V. Siebold* und *Bagge*, welche die Zellen in den Furchungskugeln entdeckten, haben sich über deren Bedeutung, wenn sie dieselbe auch ahnten, doch nicht ausgesprochen; erst *Bischoff* ist es, der ihre Wichtigkeit und Zusammenhang mit den Dottertheilungen laut und offen aussprach; ihm gebührt also, obschon er deren Natur nicht richtig erkannte und sie für Nachkommen des Keimfleckes, für kernartige Theile, hielt, in dieser Sache das erste Lob. Ich selbst deckte deren Zellennatur auf, indem ich ihren excentrischen Kern, ihre vom Keimfleck unabhängige Entstehung, ihre Vermehrung durch endogene Zellenbildung auffand, und that deren Wichtigkeit für die erste Entwickelung dar, indem ich Thiere kennen lehrte, die nur solche Zellen und keine um dieselben gelegten Dotterkörner, keine Furchungen besitzen. Ich bestätigte mehrerer Forscher Ansichten von der nicht zelligen Natur der Furchungskugeln, diejenigen *Bagge*'s vom Vorhandensein zweier Zellen je vor dem Eintreten einer neuen Furchung und schloss hieraus und aus einigen anderen Thatsachen, die ich hier nicht wiederholen will, dass die Furchung von der successiven Bildung der Embryonalzellen bedingt und die Furchungskugeln keine Zellen, sondern Aggregate von Dotterkörnern um die Embryonalzellen seien. Ueber das letzte Schicksal der Furchungskugeln, ob dieselben je zu Zellen sich gestalteten und als solche in die Gewebe des Embryos übergingen, oder ob am Ende ihre Dotterkörner durch die Entwickelung der Embryonalzellen aufgelöst würden und diese nun, von jeder Umhüllung befreit, weiteren Veränderungen entgegengingen, konnte ich nach den vorliegenden Beobachtungen keinen Entscheid fällen; doch schienen die meisten Gründe dafür zu sprechen, dass die Furchungskugeln wenigstens theilweise zu Zellen werden und an der Bildung gewisser Gewebe Antheil nehmen, grösstentheils aber vergehen, auch wenn sie noch lange in dem schon mit manchen Organen versehenen Embryo persistiren, ihre Embryonalzellen dagegen den wesentlichsten Antheil an der Bildung des jungen Thieres nehmen.

Gehen wir nun von dieser Ansicht über die Furchung aus zur Betrachtung der Verhältnisse von Sepia, so werden wir gestehen müssen, dass auch hier Furchung, und zwar ganz deutlich ausgeprägte, sich findet, die zwar von der sogenannten totalen Furchung und auch der partiellen des Dotters der Fische und Batrachier, insofern unsere noch nicht vollkommenen Kenntnisse derselben zu einem Ausspruch hierüber ausreichen, in manchen Beziehungen abweicht, in den wesentlichsten Punkten jedoch völlig übereinstimmt. Auch

bei Sepia und Loligo sind die Furchungsabschnitte keine Zellen, wie wir von den Segmenten mit Bestimmtheit, von den Kugeln mit grosser Wahrscheinlichkeit angaben; auch bei ihnen geht die Vermehrung der Zellen der Theilung der Segmente und Kugeln stets voraus, auch hier endlich scheint das letzte Schicksal der Furchungstheile, auf das ich später zu reden kommen werde, den Embryonalzellen eine wichtige Rolle bei der Bildung des Thieres zuzuschreiben, so dass ich nicht umhin kann, bei der partiellen Furchung von Sepia die nach und nach in verschiedenen Richtungen erfolgende Bildung der Embryonalzellen als das dieselbe bedingende Moment zu erklären, in den Furchungssegmenten und Kugeln nur Aggregate des Dotters um die Zellen zu sehen und bei dem ganzen Vorgange die Embryonalzellen als das Wesentliche und Ursprüngliche zu betrachten. Es geht demnach die Furchung so vor sich, dass in jedem Segmente, in jeder Kugel die Embryonalzelle durch endogene Zellenbildung in zwei neue sich verwandelt und dann erst die Theilung derselben eintritt, dass, je nach der Lage der Tochterzellen in der Mutterzelle, die Kugeln in zwei neben- oder zwei übereinanderliegende, die Segmente in zwei Segmente oder ein Segment und eine Kugel zerfallen. Was den Anfang und das Ende der Furchung betrifft, so beginnt sie mit der Bildung der ersten Embryonalzelle, und endet nicht da, wo man die Dottertheilung mit dem Auge, sei es bewaffnet oder unbewaffnet, nicht mehr zu verfolgen vermag, sondern in dem Momente, wo die Vermehrung der Embryonalzellen durch endogene Zellenbildung aufhört, welcher Augenblick, wie wir später sehen werden, dann eintritt, wenn die Furchungskugeln oder deren frei gewordene Embryonalzellen in specifike Gewebe sich umwandeln. Diesen Moment genau zu bestimmen, ist eine der schwierigsten Aufgaben der ganzen Entwickelungsgeschichte, denn es bedarf dazu einer genauen Kenntniss der Entwickelung aller Organe und Gewebe, auf die ich nur geringe Ansprüche machen kann. Das Wenige, was ich hierüber beobachtet habe, werde ich in den späteren Abschnitten mittheilen.

Vergleichen wir nun, nachdem wir dieses vorausgeschickt haben, die partiellen Furchungen von Sepia mit den vollkommenen anderer Thiere, so müssen wir den wesentlichsten Unterschied darein setzen, dass bei den einen die Embryonalzellen nur mit sehr wenigem, bei den andern mit dem ganzen Dotter sich umhüllen. Worin diese Verschiedenheit eigentlich begründet sei, ob in der Lage der ersten Embryonalzellen oder anderen Verhältnissen derselben, ist gewiss schwer zu entscheiden. Vielleicht findet sich partielle Furchung bei allen den Thieren, wo die erste Embryonalzelle an der Oberfläche des Dotters, totale da, wo dieselbe im Centrum des Dotters entsteht, und dieses möchte wieder in der bei verschiedenen Thieren verschiedenen Lage des Keimbläschens bei seinem Verschwinden seinen Grund haben; denn wenn dieses auch nicht durch seinen geformten Inhalt, den oder die Keimflecken namentlich, an der Bildung der ersten Embryonalzellen Theil nimmt, wie ich bewiesen zu haben glaube, so spricht doch Vieles, worauf *Schwann* und *Vogt* zuerst

geachtet haben, dafür, dass dasselbe für die erste Entwickelung von grosser Wichtigkeit sei, indem es vielleicht, wie ich an einem anderen Orte angeführt habe, den flüssigen Stoff, gleichsam das Cytoblastem, bereitet, aus dem nach seinem Schwinden die erste Zelle sich bilden soll. Wir sehen, dass bei den Fischen, Alytes und Sepia das Keimbläschen an der Stelle liegt, wo nach seinem Schwinden die erste Zelle und die partiellen Furchungen sich ausbilden, wir wissen, dass bei den Thieren mit totaler Furchung das Keimbläschen im Centrum des Dotters, wenigstens nicht an dessen Oberfläche liegt, so dass wir, soweit unsere Kenntnisse reichen, eher für als gegen einen solchen Zusammenhang zwischen der Lage von Keimbläschen und erster Embryonalzelle gestimmt werden möchten.

Schwieriger sind die Eigenthümlichkeiten von Sepia gegenüber den Verhältnissen bei den Fischen und Alytes zu bestimmen. Bei diesen wissen wir nichts von einer ersten Embryonalzelle, nichts von Zellen der ersten Furchungsabschnitte, und treffen erst später Gebilde, die sich vielleicht als Embryonalzellen deuten lassen, mit einem Worte, es scheint eine grosse Verschiedenheit in den beiderlei Vorgängen zu liegen. Ich habe in der schon erwähnten Abhandlung (Müllers Archiv 1843) so viel es beim Mangel eigener Erfahrungen thunlich war, zu zeigen mich bemüht, dass die Beobachtungen *Vogt's* an Coregonus und Alytes nicht nothwendig so gedeutet werden müssen, wie es von ihm geschehen ist, sondern in einer Weise sich auslegen lassen, dass sie mit den meinigen übereinstimmen; von einigen Thatsachen glaube ich diess selbst recht wahrscheinlich gemacht zu haben, doch wird man es mir nicht verargen, wenn ich auf dieser schwankenden Basis jetzt keine noch mehr als dort ins Einzelne dringende Vergleichung unternehme, sondern mich begnüge, die Eigenthümlichkeiten der ersten Entwickelungsperiode von Sepia möglichst genau und kurz zusammenzufassen, wobei es aber kaum zu vermeiden sein wird, dass ich nicht manchmal bei Unwesentlichem zu lang, zu kurz bei Wichtigem verweile.

Die Furchung von Sepia wird in dem Zeitraume von ihrem Beginne bis zum Auftreten der ersten Organe am besten in drei Perioden getheilt.

Erste Periode. Vom Schwinden des Keimbläschens bis zum Auftreten der ersten Furchungskugeln: Stadium I bis und mit IV.

Hier sind bezeichnend: Auftreten von Elementarkörnchen an der Stelle, wo das Keimbläschen lag, wahrscheinliche Bildung eines Kernes aus denselben und der ersten Embryonalzelle um diesen Kern, Lagerung der Körnchen und nächsten Dotterkörner um die Zelle, so Bildung des ersten Furchungshügels. Entstehen zweier Zellen in der ersten, Freiwerden derselben durch Schwinden der Mutterzelle, Theilung des Hügels in zwei Segmente, jeder mit Elementarkörnchen und Embryonalzelle an seiner Spitze; in gleicher Weise Entstehen von vier Zellen und vier Segmenten, von acht Zellen und acht Segmenten. Im Centrum des Keimes eine Lücke zwischen den Segmenten.

Zweite Periode. Vom Auftreten der ersten Generation von Furchungskugeln bis zum Schwinden der Segmente: Stadium V bis IX— ?

Vermehrung der Embryonalzellen wie vorhin der Theilung der Furchungshügel stets vorangehend, abwechselndes Auftreten von Verdoppelung der Segmente durch Theilung derselben in zwei, Gleichbleiben des Umfanges der Keimstelle und von Gleichbleiben der Zahl der Segmente, aber Bildung einer neuen Generation von Furchungskugeln durch Spaltung der Segmente in Kugeln und Segmente, zugleich Ausbreitung des Keimes über den Dotter. Verflachung des Keimes, Ausfüllung des Lücke in seiner Mitte. Die Kugeln ohne Dotterkörner nur mit Elementarkörnern, wahrscheinlich ohne Membranen; die äusseren immer halbkugelig, rundlicheckig und grösser, die inneren erst rund und halbkugelig, dann rundlicheckig und kugelig, immer kleiner als die äusseren. Grösse derselben zwischen 0,096 und 0,024‴; Theilung der Kugeln scheinbar ohne Gesetzmässigkeit. Bei der Verdoppelung der an ihrer Spitze mit Körnchen und Embryonalzellen versehenen Segmente Verschmälerung derselben ohne Verkürzung, bei der Abschnürung ihrer Spitzen als Kugeln etwelche Verkürzung, aber zugleich Ausbreitung derselben. Uebergang eines jeden der letzten Segmente in eine Kugel.

Dritte Periode. Vom Schwinden der Segmente bis zum Auftreten der ersten Organe.

Fortwährende Verkleinerung der Kugeln durch Theilung, Schichtung der Mitte des Keimes, wahrscheinlich durch eigenthümliche Theilung der centralen Kugeln, Wachsthum des Keimes durch jeweiliges Grösserwerden der peripherischen Kugeln vor ihrer Theilung; grössere Kugeln aussen, kleinere innen, zuletzt von 0,024 und 0,012‴.

DRITTER ABSCHNITT.

Bildung der ersten Organe des Embryos bis zur Abschnürung desselben vom Dotter und Entstehung des Dottersackes.

Wir haben im letzten Abschnitte das Ei von Sepia und Loligo in einem Momente verlassen, wo dessen Embryonalpol von einer flachen, kreisförmigen, in der Mitte doppelten Schicht von Furchungskugeln bedeckt war; diese Schicht nun ist nichts anderes als das, was man bei andern Thieren Keimschicht zu nennen pflegt, denn aus derselben entwickeln sich die ersten Organe des thierischen Leibes, doch ist nicht ausgemacht, ob die Elemente, die bei Sepia dieselbe zusammensetzen, nämlich die Furchungskugeln der späteren Stadien, auch bei jenen getroffen werden, mit andern Worten, es schwebt das Verhältniss der Furchung zur Entstehung der ersten Gebilde des Embryos bei den meisten Thieren noch fast gänzlich im Dunkeln, wesshalb ich es vorgezogen habe, den Theil vom Eie der Sepia, welcher der Keimschicht der Wirbelthiere zu entsprechen scheint, einstweilen Keim oder Keimstelle zu nennen.

Die ersten Spuren des Embryos fand ich an einem am 17ten Mai beobachteten Eie in 3 Erhabenheiten des Keimes, wovon zwei paarig, eine unpaar war, die von den Anlagen des Mantels, beider Augen und des aus zwei Hälften bestehenden Trichters gebildet wurden.

Der *Mantel* war oval oder ovalrhombisch, den spitzen Theil nach hinten, den breiten vorwärts richtend, ungefähr in der Mitte des Keimes gelegen; seine Dicke nicht überall gleich, sondern im Centrum und der Peripherie am bedeutendsten, wesshalb derselbe bei durchfallendem und auffallendem Lichte verschieden sich zeigte. Im ersteren Falle war es ein dunkler, ovaler Ring, der einen hellen Fleck von gleicher Gestalt umschloss, in welchem ein dunkler, runder Kern sich fand; im anderen ein weisser Hof um einen blassen Fleck und drin ein weisser Kern.

Die *Augen* waren zwei Hügelchen von Gestalt einer langen, schmalen Bohne, ohne allen Farbstoff und Spuren verschiedener Schichten; sie hatten ihre Stelle am hinteren, äusseren Theile des Keimes, nahe an dessen Grenze zu beiden Seiten des Mantels, standen um etwas mehr als ihre eigene Länge von demselben ab und lagen um so viel hinter demselben, dass eine gerade Linie, von seinem hinteren Ende nach beiden Augen gezogen, dieselben gerade an der Grenze zwischen ihrem vorderen und mittleren Drittheile traf. Ihre Richtung anbe-

langend, waren sie den hinteren Seitentheilen des Mantels parallel, mit der Concavität gegen denselben, der Convexität nach aussen.

Zwischen dem Mantel und den Augen, ebenfalls an des ersteren Seite, zeigte sich der erst aus zwei weit von einander entfernten Hälften bestehende *Trichter*. Jede derselben stellte eine lange, schmale Erhabenheit dar, die ebenfalls so gebogen war, dass sie beinahe den Seitentheilen des Mantels parallel ging, und nach innen eine Einbiegung, nach der andern Seite eine Ausbiegung zeigte. Man unterschied daran eine Mitte und zwei Schenkel. Erstere machte den breitesten Theil des ganzen Gebildes aus und lag in der Höhe des breitesten Theiles des Mantels; die Schenkel waren sehr schmal, fast nur Linien: der vordere bedeutet die Anlage des eigentlichen Trichters, der hintere den vom Trichter nach dem Rücken zum Nackenknorpel gehenden starken Muskel. Da, wo die Trichterhälften am breitesten waren, entfernten sie sich am meisten vom Mantel, die Spitzen der Schenkel dagegen, namentlich die der vorderen, näherten sich demselben sehr, so dass beide Schenkel, verlängert, mit einander einen Winkel von ungefähr 70 Grad bildeten.

Alle die hier beschriebenen Theile waren sehr wenig über dem Keim erhaben, unterschieden sich daher sehr wenig von demselben, so dass Jemand, der nicht mit den späteren Entwickelungsstufen bekannt war, dieselben unmöglich in ihrer richtigen Form aufzufassen vermochte; am stärksten ausgeprägt waren noch die peripherischen Theile des Mantels und die Augen. Der ganze Keim hatte eine Grösse von etwas mehr als 2‴ und war ringförmig begrenzt, wie in den früheren Perioden.

Ein etwas weiter vorgerücktes Ei fand ich in demselben Eierklumpen mit dem soeben beschriebenen. Es zeichnete sich durch nichts weiter von demselben aus, als durch die Anwesenheit von noch zwei Paaren von Erhabenheiten, von denen das eine am Ende und etwas zur Seite des vorderen Theiles einer jeden der Trichterhälften als eine rundliche, kleine Anschwellung sich fand, die die erste Spur des dem Trichter angehörigen *Knorpel des Mantelschlosses* war, das andere gerade vor dem Mantel zu beiden Seiten lag, von einer bedeutend grösseren, beinahe birnförmigen Erhabenheit gebildet wurde, und die erste Entwickelungsstufe der beiden *Kiemen* anzeigte.

Der nächst diesen beiden jüngste Embryo, der mir zu Gesicht kam, war folgendermassen beschaffen. Auf der um ein geringes grösseren Keimschicht zeichnete sich am deutlichsten der in der Mitte gelegene Mantel, das Kiemen- und Augenpaar und die Trichterhälften; nur schwach ausgeprägt fanden sich dagegen zwei Armpaare und zwei den Kopf constituirende Paare von Erhabenheiten; an vielen Theilen des Embryos hatte sich Flimmerung eingestellt.

Der *Mantel* zeigte ganz denselben Umriss, nur war er grösser und dicker geworden und hatte sich demgemäss in seiner Zeichnung verändert. Der breite Ring, der vorhin seine Peripherie bildete, war an seinem äusseren und inneren Rande dicker geworden,

das Centrum hatte ebenfalls an Masse zugenommen und der runde Kern darin sich in einen kurzen Strich umgewandelt. Die Zeichnung desselben bei durchfallendem Lichte erschien in Gestalt zweier concentrischer, dunkler Streifen, zwischen denen lichtere Substanz sich fand und die einen hellen mit einem dunklen Strich versehenen Fleck in sich schlossen. Was die Erhebung des Mantels betrifft, so war dieselbe immer noch sehr gering, so dass er nur ein ganz niedriger Hügel genannt werden konnte.

Der *Trichter* hatte sich wenig verändert, ausgenommen, dass seine beiden Schenkel länger geworden waren und namentlich die hinteren den Mantel bedeutend überragten.

Die Anlage des *Knorpels* des Mantelschlosses war deutlicher, hatte eine circumscripte, runde Gestalt angenommen und bildete den am meisten in die Augen fallenden Theil des Trichters.

Die *Kiemen* waren dem Mantel näher gerückt, hatten sich mehr erhoben und verschmälert; von ihrem hinteren Ende ging ein allmälig sich verdünnender Streifen dicht längs des Seitenrandes des Mantels hin, der am Anfange der hinteren Mantelhälfte sich verlor und den Theil der Kiemen andeutete, mit dem sie an den Mantel geheftet sind. Die Oberfläche der Kiemen war noch ganz glatt.

Die zwei *Armpaare* der Bauchseite, als die zuerst entstehenden, zeigten sich in der Gestalt halbkreisförmiger Erhabenheiten vor den vorderen Schenkeln des Trichters, die vorn höher waren als hinten, wo sie ohne merkliche Begrenzung in den vor den Trichterhälften gelegenen, flachen Theil des Keimes übergingen; von Saugnäpfen war an ihnen keine Spur.

Der *Kopftheil* bestand jederseits aus zwei grösseren Erhabenheiten, die seitlich und hinter dem Trichter gelegen waren. Die hintere derselben, die ich den hinteren Kopflappen nennen werde, trug die Augen, war fast nierenförmig von Gestalt und von allen Organen am meisten nach aussen und hinten gelegen; nach aussen und vorn war sie am deutlichsten, nach hinten und innen dagegen verlor sie sich in den übrigen Keim. Die andere Erhabenheit, oder der vordere Kopflappen, war birnförmig, befand sich zwischen Trichter und dem hinteren Lappen, so dass ihr breitester Theil seitlich den hinteren Lappen überragte und fast so weit nach vorn reichte, als der vordere Trichterschenkel; ihr vorderes Ende war am schärfsten ausgeprägt, das hintere verlor sich unbegrenzt in der Höhe der hintern Augenhälfte.

Die *Augen* waren noch nierenförmig, aber mehr erhaben, deutlicher, kürzer und breiter.

Um diese Zeit trat auch die Flimmerung des Keimes von Sepia ein, wovon man sich schon bei 100maliger Vergrösserung überzeugte, noch besser aber, wenn man einzelne Partieen des Keimes isolirt bei stärkeren Vergrösserungen betrachtete. Wegen der Grösse des Dotters kommt aber hier keine Rotation zu Stande, wie bei so vielen anderen Thieren und auch bei Loligo, wo ich dieselbe später beschreiben werde. Was die Ausbreitung des Flimmerepitheliums betrifft, so fand sich dasselbe fast an allen Theilen des Keimes. Es flimmerten der vordere und hintere Kopflappen, der ganze Mantel, die Trichterhälften und die Augen.

Keine Wimpern trugen die Kiemen, die Knorpelanlage des Trichters und die peripherischen Theile des Keimes, während die centralen Keimtheile, auch wenn sie nicht zu bestimmten Organen sich erhoben hatten, flimmerten. An den Armen war das Flimmern auf einzelne Stellen beschränkt, nämlich auf runde, sparsam vorhandene Wärzchen ihrer oberen Seite.

Ein etwas weiter gerückter Embryo zeigte mir die erste Andeutung des Mundes, zwei neue Armpaare, und auch sonst einige Veränderungen.

Die *zwei Armpaare*, oder das dritte und vierte, von der Bauchseite an gerechnet, hatten ihre Lage dicht vor dem vorderen Kopflappen, glichen an Gestalt ganz den anderen, nur dass sie weniger über den Keim erhaben waren, als diese.

Der *Mund* zeigte sich an der hintersten Stelle des Keimes fast an dessen Grenze als eine, genau in der Mittellinie gelegene, seichte, halbmondförmige Vertiefung, deren Rand, halbkreisförmig, wulstig und breit nach hinten, wie die Vertiefung selbst, ohne scharfe Grenze auslief, mit dem convexen Theile nach vorn, mit dem concaven nach hinten schaute.

Der *Mantel* war grösser als vorhin und mehr erhaben; sein vorderer Rand hatte in etwas vom Keime sich abgelöst, was besonders dann, wenn man den Embryo von der Seite betrachtete, leicht zu ersehen war. Die Zeichnung desselben war fast gleichgeblieben, nur hatte der Streifen, der in seiner helleren Mitte lag, zugenommen, erstreckte sich jetzt ganz über dieselbe und theilte sie in eine rechte und linke Hälfte. Der Umriss des Mantels war nicht mehr so scharf rhombisch wie anfangs, sondern fing an, dem kreisförmigen sich zu nähern, und war nur an seiner vordern Ecke noch einigermassen scharf.

Die *Kiemen* waren um ein Geringes schmaler und lagen nur noch theilweise frei, denn ihre Wurzeln waren von dem grösser gewordenen Mantel bedeckt worden.

Die beiden *Kopflappen*, vorderer und hinterer, hatten sich deutlicher markirt und stellten schon ansehnliche Erhabenheiten dar, die aber doch vom Mantel, der überhaupt den erhabensten Punkt des ganzen Embryos darstellte, überragt wurden.

Ausser den vorhin erwähnten Theilen flimmerten auch die zwei neu aufgetretenen Armpaare an isolirten Stellen und der Mund.

Von nun an geht die Erhebung und Abschnürung des Embryos vom Dotter immer rascher vor sich, indem der Keim, der, wie wir sahen, anfänglich eine flache, breite Scheibe darstellte, mit seinem centralen Theile immer mehr sich erhebt, zusammenzieht und zum sepienähnlichen Embryo sich gestaltet, mit seinem peripherischen Theile immer weiter über den Dotter ausbreitet und endlich, nachdem er denselben ganz überwachsen hat, den Dottersack darstellt. Ich habe ziemlich viele Embryonen aus diesen Entwickelungsstadien gesehen und selbst jetzt noch einige in Weingeist ziemlich gut erhaltene vor mir liegen, so dass ich über diese Periode, wenigstens so viel die morphologischen Verhältnisse betrifft, genügende Aufschlüsse liefern zu können glaube; spärlicher sind dagegen meine Beobachtungen über Gewebeentwickelung aufgefallen; denn, wie ich schon in der Vorrede bemerkte und hier

wiederholen zu müssen glaube, es sind gerade diese Entwickelungsstufen, wo die Embryonen im Ganzen genommen und in allen ihren einzelnen Organen von ihrem späteren Verhalten so verschieden sich zeigen, die mir zuerst und geraume Zeit hindurch allein zu Gesicht kamen, so dass ich beim Studium der in Bezug auf Deutung unbekannten oder zweifelhaften Theile mit grosser Vorsicht verfahren und namentlich auch auf die Zeichnungen eine ins Kleinliche gehende und Zeit raubende Genauigkeit verwenden musste. Ein Anderer mag nun, da er die Formverhältnisse kennt, auf die Untersuchung der Structur alle Zeit wenden und wird dabei sicherlich noch vieles, das mir entging, ans Licht bringen.

Was die Darlegung der ferneren Veränderungen betrifft, so werde ich, wie ich begonnen, erst den Wechsel der äusseren Gestaltung des Embryos nach den hervorragendsten Momenten in einzelne Stadien abtheilen und beschreiben, und dann am Schlusse des Abschnittes alle histologischen Beobachtungen aus dieser ganzen Periode zusammenfassen.

Im fünften Stadium dieser Periode macht die immer steigende Erhebung aller Theile sich schon sehr bemerklich, zudem treten mehrere neue Organe auf.

Der *Mantel* hat an Grösse zugenommen, während Gestalt und Zeichnung desselben fast gleich blieben, namentlich aber haben sein vorderes Ende und die Seitentheile schon in bedeutendem Grade vom Keime sich gelöst und frei gemacht, so dass jetzt unter ihm ein spaltenförmiger, freier Raum sich befindet, den er wie ein Deckel verschliesst. Schon gelingt es mit einer feinen Nadel den vorderen Theil desselben aufzuheben und einen Blick in die unter ihm liegenden Theile zu gewinnen, und bei Seitenansichten erkennt man das Verhältniss der Organe noch genauer. Man findet dann, wie beim Betrachten des Embryos von vorn oder von hinten, dass der Mantel nicht mehr so flach ist, wie früher, sondern dass nun seine Mitte fast winkelig nach oben vorspringt. Seine Zeichnung anbelangend, so sind die zwei concentrischen Ringe breiter und stärker geworden, was auf zunehmende Dicke schliessen lässt; ausserdem finden sich auch zwei dunklere Striche in dem äusseren, lichteren Raume, der zwischen den Ringen liegt, von denen ich nicht ermitteln konnte, ob sie unter dem Mantel gelegene Organe oder nur eine verschiedene Dicke seiner Substanz an dieser Stelle bezeichnen.

Mit dem *Trichter* ist ebenfalls einiges anders geworden. Einmal stellen seine beiden Hälften, wenn auch nicht breiter, doch deutlicher sich dar, was namentlich von dem an Gestalt unveränderten Knorpel gilt; dann haben, was besonders bemerkt zu werden verdient, wiederum beide einander und auch dem Mantel sich genähert, so dass sie jetzt nur noch um ein Geringes von den Seitenwänden desselben abstehen und mit ihren vorderen und hinteren Schenkeln nahe an einander liegen. Namentlich stehen sich die Spitzen der vorderen bedeutend nahe, während die hinteren etwas weiter getrennt, aber durch eine dazwischen liegende Erhabenheit vereinigt sind, in der ich die Anlage des Rückenknorpels der Sepia zu sehen glaube, der auch an erwachsenen Thieren die beiden hinteren Schenkel des Trichters

verbindet. Diese Erhabenheit, die übrigens flach ist, zeigt nicht bloss da, wo die hinteren Trichterschenkel zusammenstossen, eine deutliche Begrenzung, sondern auch eine kleine Strecke weit an den Seitentheilen; nach hinten verliert sie sich gegen den Mund hin unbegrenzt. Uebrigens liegt sie gerade in der Mitte zwischen Mund, Mantel und den hinteren Kopflappen. Ein ganz neuer Theil des Trichters tritt hier zum ersten Male auf: es sind diess die beiden vorderen Muskeln desselben oder die Muskeln der Bauchseite der erwachsenen Sepien; diese zeigen sich als zwei kurze Leisten, die von dem Theile der Trichterhälften, wo die Schlossknorpel liegen, gerade nach innen gegen die Kiemen gehen und dicht an denselben enden.

Die schmaleren *Kiemen* stehen sich näher, sind mehr unter den Mantel gerückt und haben mit ihrer Spitze gänzlich sich losgelöst; von ihren Wurzeln ist keine Spur mehr zu sehen.

Zwischen den Kiemen bemerkte ich, jedoch nur bei einem Individuum, eine Erhabenheit, deren Deutung mir zweifelhaft geblieben ist. Dieselbe hatte die Gestalt der Kiemen, nur war sie kleiner, lag gerade in der Mitte vor dem Mantel und erstreckte sich auf eine ganz kleine Strecke auch unter dessen vorderes Ende. *Van Beneden* beschreibt bei Sepiola eine ganz gleiche Erhabenheit als *Aortenherz* und bildet sie in Fig. XII, g. ab; auch ich bin nicht ungeneigt, den von mir gesehenen Theil so zu deuten.

Den *After* sah ich jetzt zum ersten Male in einer sehr seichten, halbrunden, nach hinten offenen oder flach auslaufenden Vertiefung, die zwischen Kiemen und vorderen Trichterschenkeln gerade vor dem Aortenherz lag.

In der Lage der *Extremitäten* hat nur weniges sich geändert; das vierte Paar ist etwas weiter zur Seite gerückt, als vorhin und, so wie das dritte, noch ungemein flach. Von dem fünften Armpaare zeigen sich jetzt Spuren in zwei zarten, den übrigen an Gestalt gleichen, aber an Grösse überlegenen Anschwellungen, die seitlich am hinteren Kopflappen ungefähr in der Höhe der Augen ihren Sitz haben. Die Arme des zweiten Paares sind schon jetzt schlanker als die übrigen.

Beide *Kopflappen* haben sich erhoben, schärfere Umrisse angenommen und ihre Lage in Bezug auf den Mantel in sofern verändert, dass sie weiter nach hinten getreten sind. Die Gestalt beider hat sich ebenfalls umgewandelt, was besonders vom hinteren gilt, der mit seiner vorderen Spitze an den andern Lappen sich angelegt hat, mit demselben zu verschmelzen beginnt und mit seinem hinteren Ende dem Munde näher gerückt ist; seine Gestalt ist eckiger, seine Abgrenzung nach innen, nach vorn und hinten schärfer geworden, nach aussen dagegen geht es nun fast unmerklich in den vorderen Lappen über.

Augen und *Mund* sind fast gleich geblieben, nur erstere etwas kürzer und breiter, letzterer tiefer und schmaler geworden.

Der *peripherische Theil* des Keimes ist jetzt schon ziemlich breit und umgibt, wie ein lichter Saum, kreisförmig den Embryo.

Die *Wimperbewegung* ist in ungeschwächtem Grade vorhanden; es flimmern alle Theile, mit Ausnahme der Kiemen, der beiden Trichterhälften und der äussersten Grenze des Keimes. Ob auch die unter dem Mantel gelegenen Theile Wimpern tragen, habe ich zu ermitteln unterlassen; das Aortenherz einmal besitzt keine.

Das sechste Stadium zeigt den *Mantel* fast kreisrund, mehr erhoben, beinahe an seinem ganzen Umfange losgelöst und mit einem freien Rande versehen. Er hat sowohl an Grösse als auch an Dicke und Festigkeit zugenommen. Seine Zeichnung ist einfacher, als früher, da die beiden concentrischen Streifen zusammengeflossen sind und nur einen breiten Ring darstellen; der helle Raum in der Mitte ist nach hinten zu schmaler und länger geworden, so dass jetzt der Streifen in demselben den hinteren Mantelrand fast berührt.

Die *Kiemen* sind noch mehr nach der Mitte gerückt und weiter unter den Mantel getreten, so dass sie nur noch mit den Spitzen hervorragen; hebt man den Mantel auf, so erblickt man sie in ihrer ganzen Länge unverändert. In diesem Stadium sah ich die erste Spur der Kiemenläppchen in zwei rundlich länglichen Erhabenheiten oder Wärzchen, von denen die eine auf der oberen, die andere auf der unteren Fläche der Kiemen sass. Beide waren nur auf drei Seiten von der übrigen Masse der Kiemen scharf abgegrenzt, auf der vierten liefen sie unmerklich in dieselbe über, zeigten übrigens das Auffallende, dass die der oberen und der unteren Seite in entgegengesetzter Richtung lagen, so dass, wenn die eine ihren erhabensten und freien Theil rechts besass, die andere denselben links zeigte. Von der Seite gesehen, erschienen sie als zwei in derselben Höhe befindliche, wenig erhabene, convexe Wärzchen. Ihre Breite betrug 0,036‴.

Die *Trichterhälften* sind dem Mantel so nahe gerückt, dass sie nur noch um einen ganz schmalen Zwischenraum von demselben abstehen, ja die Enden ihrer hinteren Schenkel wirklich schon unter denselben verborgen sich zeigen, so dass nur noch ein Theil der sie verbindenden Masse zu sehen ist. Was die vorderen Schenkel betrifft, die zum eigentlichen Trichter sich gestalten werden, so sind sie einander bis fast zur Berührung entgegengekommen und zugleich unter die Spitzen der Kiemen getreten, und haben an Breite gewonnen, so dass sie nun den hinteren gleichkommen. Der Knorpel des Trichters ist grösser und mit schärferen Umrissen versehen; der von der Mitte der Trichterhälften nach innen gehende Fortsatz hat sich verlängert.

Die *fünf Armpaare* fangen an mit ihren Spitzen vom Keime sich abzulösen, was vom ersten am meisten, am wenigsten vom letzten gilt; vor allem jedoch fällt eine Lageveränderung derselben in die Augen, die schon im vorigen Stadium begann, in diesem und den folgenden aber immer deutlicher wird. Während nämlich früher die vier ersten Armpaare ganz auf der vorderen Seite des Embryos ihre Lage hatten und das fünfte wenigstens seitlich stand, rücken dieselben nun allmälig aus einander und vertheilen sich mehr gleichförmig auf die vordere und hintere Seite. Das erste Paar steht nun in der Höhe der

Mitte des vorderen Trichterschenkels, das zweite dem Schlossknorpel des Trichters gegenüber, das dritte entspricht in seiner Lage der Mitte des Mantels, das vierte ist gerade vor und das fünfte dicht hinter den Augen gelegen. Zugleich hat eine schon früher eingeleitete Veränderung, die mit der immer zunehmenden Abschnürung des Embryos vom Dotter in naher Verbindung steht, sich mehr ausgebildet, die nämlich, dass die Fusspaare immer mehr nach dem Centrum des Embryos hinrücken und unter die Kopflappen treten. Zuerst fällt diess an dem dritten und vierten Paare auf und ist jetzt schon so weit gediehen, dass dieselben, welche früher in einiger Entfernung von den Kopflappen standen, nun dicht an dieselben zu liegen gekommen sind.

Der *After* ist jetzt ganz unter dem Mantel geborgen und kann erst durch Aufheben desselben zur Ansicht gebracht werden; er zeigt sich nun als eine vollkommen runde und auf einer kleinen Erhabenheit gelagerte Oeffnung.

Die beiden *Kopflappen* haben sich noch mehr erhoben, abgegrenzt und sind inniger mit einander verschmolzen. Letzteres gilt nicht bloss von den beiden Lappen jeder Seite unter sich, sondern auch von den Lappen beider Seiten. Ganz mit einander verbunden sind die hinteren Lappen, die, nachdem sie bis zum Munde gewachsen waren, in einander flossen; die vorderen haben sich wenigstens einander genähert, indem sie unter dem Trichter und Mantel sich entgegenrückten. Von besonderen Organen in denselben ist nichts zu sehen.

Die *Augen*, noch immer ohne alle Spur von Färbung sind jetzt, statt nierenförmig, elliptisch und liegen dem Rande des hinteren Lappens, dem sie, je mehr derselbe sich erhob, um so näher rückten, nun ganz dicht an. Die Richtung derselben ist noch dieselbe schiefe, wie sie vom Anfange an war.

Die *Mundöffnung* ist vollkommen rund und in Folge der Erhebung des Embryos so sehr nach hinten gerückt, dass sie nur bei Betrachtung des Embryos von hinten in ihrer wahren Gestalt erscheint, von oben aber als eine Spalte sich zeigt.

Im siebenten Stadium hat endlich der Embryo, indem derselbe von der Scheibenform, die er zuerst besass, in die einer kurzen Walze überging, eine solche Gestalt angenommen, dass man die junge Sepia nicht mehr verkennen kann, und Kopf und Mantelende, Rücken und Bauchseite deutlich unterscheidet. Diese Umänderung geschieht, wie ich schon andeutete, dadurch, dass die peripherischen Theile des Embryos sich immer mehr nach dem Centrum hinbewegen und so theils sich selbst, noch mehr aber die centralen Gebilde, emportreiben und erheben. Die Veränderungen, die unterdessen mit den einzelnen Organen vorgehen, sind folgende:

Der *Mantel* ist an Grösse sich gleich geblieben, oder eher kleiner geworden, hat sich aber mehr erhoben und seine Lage theilweise verändert. Von der Seite gesehen, bietet er fast die Gestalt eines gleichschenkeligen Dreiecks dar, doch ist der vordere Schenkel oder

die Bauchseite etwas kürzer als der hintere oder die Rückenseite; von vorn oder von hinten ist er einer Raute ähnlich, deren grössere Diagonale in der Quere liegt; von oben erscheint er wie vorhin rund. Seine Zeichnung hat sich etwas geändert. Der helle mittlere Raum ist gewachsen und reicht vom vorderen bis zum hinteren Ende, ebenso die dunkle Linie in demselben, die nun den Mantel genau in zwei Hälften theilt, deren innerer Theil hell, der äussere dunkel ist. Ich habe schon früher bemerkt, dass ich die verschiedenen Zeichnungen des Mantels den während seines Wachsthumes stattfindenden Veränderungen in der Dicke zuschreibe, und sie nicht, was wohl auch denkbar wäre, von durchschimmernden, unter ihm gelegenen Theilen herleite; hier kann man, indem man den Mantel isolirt, mit Leichtigkeit sich überzeugen, dass dem so ist. Was endlich seine Lage betrifft, so fällt leicht in die Augen, dass er nicht mehr in der Mitte des Keimes und der vier Kopflappen liegt, wie früher, sondern mehr nach der Seite der vorderen Lappen und des ersten und zweiten Armpaares getreten ist, was zu beweisen scheint, dass er in dieser Richtung vorzüglich an Masse gewinnt.

Mit dem *Trichter* sind zwei wesentliche Veränderungen vorgegangen; einmal ist derselbe nun gänzlich unter den Mantel gerückt und von diesem bedeckt worden, so dass bei Betrachtung des Embryos von oben keine Spur mehr von ihm zu sehen ist, anderseits sind seine beiden Hälften jetzt erst zu einem Ganzen verschmolzen, dadurch dass die vorderen Schenkel derselben endlich zusammenstiessen, und so die Grundlage zu dem eigentlich sogenannten Trichter legten. Um eine vollständige Ansicht des ganzen Trichters zu gewinnen, genügt es nicht mehr, den Embryo von aussen zu betrachten, sondern man muss den Mantel aufheben oder am besten gänzlich wegnehmen, obschon man auch von der Bauchseite aus einen guten Theil des Trichters, namentlich die vorderen Schenkel oder den eigentlichen Trichter und den Knorpel desselben, und von der Rückenseite aus die hinteren Schenkel leicht wahrnimmt. Ausserdem dass die erwähnten Vorgänge mit dem Trichter stattfanden, sind auch dessen einzelne Theile massiger geworden, besonders die Schenkel des eigentlichen Trichters und die hinteren Schenkel, die von der Rückenseite aus als zwei zwischen Kopf und Mantel liegende, dicke, gebogene Wülste erscheinen. Von dem Knorpel des Schlosses wüsste ich nicht viel zu sagen, als dass derselbe nun ganz bestimmt nicht mehr ein blosses Hügelchen ist, sondern zu einem Grübchen sich umgewandelt hat. Die von der Mitte der beiden Trichterhälften ausgehende Leiste ist länger geworden und reicht nun bis an die Seitentheile der Mitte des Mantels; sie zeigt schon deutlich die Gestalt, die der Muskel, dessen erste Anlage sie ist (*Brand*, med. Zool. II, Tab. XXXII, Fig. 2 c; *Cuvier*, Mémoires, Tab. I, Fig. 1, 2 e von Octopus), beim erwachsenen Thiere darbietet.

Von dem grossen *Muskel*, der vom Kopfknorpel an den Mantel geht und vom Nerven des Mantelganglions durchbohrt wird (*Cuvier*, Mémoires, Tab. I, Fig. 2 f), zeigte sich mir

hier die erste Spur in einem zwischen den beiden Muskeln, die vom Trichter ausgehen, hervorkommenden und an den Mantel tretenden, ziemlich breiten Streifen.

Die *Kiemen* sind nun so weit unter den Mantel gerathen, dass sie von oben nicht mehr, wohl aber wenn man den Embryo von der Seite oder vom Bauche her betrachtet, erblickt werden können. Ihre Form ist im Allgemeinen gleich geblieben, doch hat sich der Theil, mit dem sie angeheftet sind, noch mehr verringert, ihr freies Ende hingegen sich verlängert. Die Zahl der Wärzchen, welche die erste Andeutung der Kiemenlappen geben, hat an jeder Kieme auf sechs sich vermehrt, von denen die vier hinzugekommenen ganz dieselbe Beschaffenheit und Lage, wie die oben beschriebenen zwei ersten haben, nur dass die jüngsten, der Spitze der Kieme näher gelegenen Läppchen schmaler sind, als die ältesten, an der Basis befindlichen. Von Gefässen und Blutlauf findet sich in den Kiemen noch keine Spur.

Die *Herzen* habe ich in diesem Stadium erst mit vollkommener Sicherheit gesehen, und auch diess verdanke ich nur dem Umstande, dass ich einzelne Theile lebender Embryonen unter das Mikroskop brachte, bei welchem Anlasse die Centraltheile des Gefässsystemes durch ihre Contractionen leicht ihre Anwesenheit verriethen. Auf eine andere Weise zu einer Anschauung derselben zu gelangen, war mir unmöglich; ich kann daher nicht angeben, ob die Venenherzen jetzt schon als kleine, die andern Theile überragende Anschwellungen sich zeigen, und auch das Arterienherz als Erhabenheit sich darstellt, oder ob beide noch in der vom Mantel umfassten Masse vergraben liegen. Desshalb muss ich es auch unentschieden lassen, ob der früher beschriebene Wulst zwischen den Kiemen wirklich das Aortenherz war oder nicht; es wäre immerhin möglich, dass dieses Herz bei seinem ersten Auftreten, wo es, nach aller Analogie zu schliessen, noch ein solider Körper ist, leichter sichtbar war, als später, wo mit dem Hohlwerden seine Dichtigkeit abnahm. Ueber die Herzen, auf die ich im nächsten Abschnitte zurückkommen werde, sage ich hier nur noch so viel, dass sie runde oder rundliche, vollkommen geschlossene, hohle, mit einer hellen Flüssigkeit und hellen Blutzellen gefüllte Blasen darstellten, und sich langsam und spärlich, aber mit ziemlicher Kraft, zusammenzogen. Von den Hauptstämmen des Gefässsystems war noch nichts zu sehen; wenn sie aber auch angelegt waren, was ich nicht mit Bestimmtheit verneinen möchte, so standen sie gewiss mit den Centraltheilen in keiner Verbindung. Ich hatte einmal ein Kiemen- und das Aortenherz unverletzt unter den Augen und sah lange Zeit dem Spiele derselben und den tanzenden Blutzellen zu, aber nie entfernten sich die letzteren aus ihren Behältern, nie trat die Flüssigkeit bei Contractionen in andere Räume: eine Beobachtung, die ich zu wiederholten Malen auch an einzelnen der drei Herzen anzustellen Gelegenheit hatte.

Die *Armpaare* haben mit der im letzten Stadium eingeleiteten Veränderung ihrer Lage ununterbrochen fortgefahren, so dass sie jetzt dem Centrum oder vielmehr der Axe des

Embryos schon bedeutend nahe liegen, und zugleich fast regelmässig im Kreise vertheilt sind. Zwei von ihnen, das dritte und vierte, sind schon so weit unter die Kopflappen gerückt, dass sie von oben oder um mich richtiger auszudrücken, da der Embryo nicht mehr scheiben- sondern walzenförmig ist, von hinten gesehen auch mit keinem Theile mehr frei hervorragen; doch lässt sich, da sie durch den Kopf durchschimmern, ihre Lage ganz genau bestimmen. Das dritte Paar nämlich liegt unter dem vorderen Kopflappen, oder gerade vor dem Bauchtheile des Kopfes, das vierte unter der Mitte des Auges oder vor dem Rückentheile des Kopfes. Von den übrigen sind das zweite und fünfte Paar auch schon theilweise versteckt; ersteres liegt vor dem vorderen Kopflappen seitlich am Mantel, letzteres dicht hinter dem Auge, das erste hat so ziemlich seine Lage beibehalten. Was die Gestalt der Arme anbelangt, so haben sich alle mehr vom Keime abgelöst, und sind namentlich das erste und zweite Paar länger und schmaler geworden; letzteres ist wie früher das längste von allen. An diesen beiden Paaren ist mir auch noch aufgefallen, dass die entsprechenden Seitentheile ihrer Basis durch eine mit bogenförmigem Rande nach aussen abgegrenzte Zwischenmasse sich verbunden haben, während die übrigen noch von einander isolirt bestehen. Von Saugnäpfen zeigt keiner der Arme eine Spur.

Von den *Kopflappen* haben sich die vorderen, oder die der Bauchseite, wieder mehr einander genähert und sind sich entgegengewachsen; zugleich haben sie sich in höherem Grade als die der Rückenseite erhoben und vom peripherischen Theile des Keimes gelöst. Auch die Umrisse des Kopfes haben sich anders gestaltet und sind beinahe rechteckig geworden, der Kopf hat daher in der Richtung vom Rücken nach dem Bauche den kleinsten, von der rechten zur linken Seite den grösseren Durchmesser, doch so, dass die Bauchseite etwas breiter ist, als die Rückenseite.

Augen und *Mund* sind noch immer, neben den Armpaaren, die einzigen erkennbaren Organe des Kopftheiles. Von letzterem weiss ich nichts besonders anzugeben, als dass er stets dicht an der Grenze des Kopflappens der Rückseite liegt, da, wo der peripherische Theil des Keimes beginnt; erstere sind noch weiter an die Grenze des Kopfes gerückt, runder geworden und haben sich wie mit einem dicken Stiele versehen. Eine eigenthümliche Erscheinung, die ich später im Zusammenhange mit der übrigen Entwickelung des Auges weiter besprechen werde, ist das Auftreten eines seichten, runden Grübchens mitten auf jedem Auge. Pigment ist noch keines vorhanden.

Der *peripherische Theil* des Keimes überzieht nun schon einen Viertheil des Dotters und nähert sich so seiner Umwandlung in den Dottersack immer mehr; seine Grenze ist wie immer ganz scharf gegen den Dotter abgeschnitten, und besonders an den Eiern, die einige Zeit in Weingeist verweilten, leicht wahrzunehmen.

Einer Erscheinung gedenke ich hier zum ersten Male, nicht weil sie jetzt erst sich kundgibt, denn sie wird schon in den Zeiten der ersten Bildungsanfänge des Embryos ein-

geleitet, sondern weil sie jetzt auf auffallendere Weise sich zu zeigen beginnt: es ist diess eine mit dem Theile des Dotters, dem der Embryo unmittelbar aufliegt, vor sich gehende Veränderung. Während nämlich der Embryo von einer flachen Scheibe immer mehr in einen walzenförmigen Körper sich erhebt, bleibt der Dotter nicht eben unter demselben liegen, sondern folgt in gewissem Masse allen Gestaltungen des auf ihm ruhenden Thieres, schwillt in eine erst flache und dann immer stärkere Erhabenheit an, und zieht sich endlich in einen Fortsatz aus, der in den Leib des Embryos hineinragt. Dieser Vorgang ist an dem wenig durchsichtigen Embryo von Sepia ohne Hülfe des Messers kaum, und nur dann, wenn man ihn schon bei andern, wie Loligo oder Argonauta, kennen gelernt hat, zu gewahren; nimmt man aber an erhärteten Eiern den Mantel sorgfältig weg, so erkennt man nicht bloss den Vorsprung des Dotters mit Leichtigkeit, sondern man nimmt auch wahr, dass derselbe noch von einer zarten, dem Keime angehörigen Schicht bedeckt ist. Da nämlich durch den Weingeist der Dotter gelb, alle Theile des Keimes weiss werden, ist es möglich, dass eine so feine Untersuchung gelinge. Wenn die Embryonen grösser geworden sind, ist es dann ein Kinderspiel, den von einer eigenen Membran umhüllten Embryonalfortsatz des Dotters zu erkennen und herauszupräpariren. Hieraus ergibt sich also, dass nicht der ganze Keim an der Bildung der ersten Organe des Embryos, wie des Mantels, der Kiemen u. s. w. Theil nimmt, sondern dass nur die obere oder oberen Schichten es sind, die sich erheben, während die untere als hautartige Bekleidung des Dotters liegen bleibt und später sammt einem Theile desselben in den Embryo sich hineinsackt und den Theil darstellt, den ich im Gegensatze zu dem freien, den eingeschlossenen Dottersack nennen werde.

Ich komme endlich zum achten oder letzten Stadium dieser Periode, in welchem, man kann wohl sagen, der Schlussstein der in dieser Zeit besonders vorwaltenden Erscheinungen gelegt wird. Der Embryo hat sich jetzt abgeschnürt, als etwas vom Dotter Besonderes dargestellt und hängt nun an demselben, statt wie früher, auf ihm zu liegen. Ebenso haben sich Kopf und Rumpf in ihrer Eigenthümlichkeit ausgeprägt und verschwimmen nicht mehr in einander. Der peripherische Keim hat den Dotter ganz umhüllt und ist zum Dottersack verwachsen, der nun ziemlich scharf in einen freien und eingeschlossenen Theil zerfällt.

Der *Mantel* ist jetzt ein wahrer Sack geworden, wie der des erwachsenen Thieres, nur von bedeutend geringerer Tiefe; dadurch nämlich, dass seine Mitte von allen Seiten, namentlich aber von vorn und hinten her, sich erhob, und der ganze Mantel zugleich an Grösse zunahm, ging er aus der Gestalt einer flachen Schale in die eines Schlauches über. Von der Kalkplatte findet sich noch keine Spur in ihm, dagegen sah ich jetzt zum ersten Male die Flossen. Sie treten als zwei, mehr nach dem Rücken zu gelegene, durch eine Einbiegung geschiedene Auswüchse des hintersten Mantelendes auf, werden immer breiter und zugleich dünner, nähern sich einander je länger je mehr, so dass der Raum zwischen beiden spaltenähnlich wird, bis sie endlich ganz unverkennbar als kleine Flossen sich dar-

stellen. Die Substanz des Mantels scheint nun überall gleich dick zu sein, wenigstens erkennt man keine besondere Zeichnung mehr an demselben, sondern alle Theile sind gleich gefärbt.

Mit dem *Trichter* ging namentlich die Veränderung vor, dass er in allen Theilen dicker wurde, und seine vorderen Schenkel, die, wie wir vorhin sahen, zu dem eigentlichen Trichter sich verbanden, in eine gegen den Kopf hin gerichtete Spitze sich auszogen, an der von einer Oeffnung oder einem Kanale noch nichts wahrzunehmen war. Der Trichter ragt nun wieder mehr über den Mantelrand hervor, was einerseits mit den so eben genannten Umänderungen des Mantels, anderseits mit seinem eigenen Wachsthume zusammenhängt.

Die *Kiemen* wurden dicker, ragen bei Betrachtung des Embryos von der Bauchseite noch über den Mantel hervor, während sie bei einer Ansicht von hinten, was ich früher oben nannte, nicht erblickt werden. Ihre Läppchen nehmen sowohl an Zahl als Breite zu.

Von den *Herzen* besitze ich keine Beobachtung aus dieser Zeit.

Der *After* sitzt auf einer Erhabenheit, die sich länglich nach hinten fortsetzt.

Die vorderen *Kopflappen* oder die der Bauchseite haben zwischen Trichter und den zwei ersten Armpaaren beinahe sich vereinigt, wie die der Rückenseite, an Grösse zugenommen und ganz über die Fläche des Dotters sich erhoben.

Die *Arme* liegen alle einander sehr genähert vor dem Kopfe zwischen demselben und dem Dotter, oder um meiner früheren Darstellungsweise, die durch die scheibenförmige Gestalt des Embryos nöthig wurde, gemäss zu reden, sie sind alle unter die Kopflappen getreten und bei Betrachtung von oben unsichtbar. An Länge haben sie bedeutend zugenommen und sind alle schlanker geworden; voran steht in dieser Beziehung das zweite Paar, dann das erste, dritte und zuletzt das fünfte als das kürzeste und dickste von allen. Die Spitzen des ersten bis dritten Paares haben sich vom Dotter ab nach dem Embryo hin gebogen; die zwei Arme des ersten Paares liegen einander sehr genähert, gerade vor der Trichterspitze, etwas weniger nahe stehen sich die beiden des fünften Paares. Die Wurzeln aller Arme sind unter einander verbunden, so dass jetzt der Embryo ringsherum eine scharfe Grenze gegen den peripherischen Keim oder den freien Dottersack gewonnen hat. Saugnäpfe sind noch keine vorhanden.

Die *Augen* sind fast rund, springen vor und zeigen die erste Spur von Pigment; daneben jene schon berührte, viel tiefer gewordene Grube.

Der *Dottersack* ist fast geschlossen. Ich sah Embryonen, nach denen ich die hier gegebene Beschreibung entwarf, wo derselbe mehr als zwei Drittheile des Dotters überzog. Den Moment des Sichschliessens desselben aber belauschte ich nie. Derselbe ist schon ziemlich scharf in einen freien und eingeschlossenen Theil getrennt. Zwischen den Armen nämlich verengert er sich bedeutend, tritt auf der Bauchseite der Mundöffnung in den Kopf

ein, wird in diesem noch enger und erweitert sich wieder sackartig da, wo er in den Mantel gelangt.

Die *Flimmerung*, von der ich seit einiger Zeit nichts erwähnte, ist immerwährend lebhaft vorhanden. Es flimmern Mantel, Kopf, Augen und die Arme an gewissen Stellen; auch wimpert die ganze Oberfläche des freien Dottersacks. Ohne Flimmern sind Kiemen und Trichter.

Das Verhältniss des Embryos zur Dotterhaut anbelangend, bemerke ich, dass derselbe nun nicht mehr von letzterer dicht umhüllt sich findet, indem zwischen beiden ein kleiner, von heller Flüssigkeit erfüllter Raum sich gebildet hat. Obschon also in dieser Beziehung die Möglichkeit zu Rotationen des Embryos gegeben wäre, so finden doch wegen der bedeutenden Grösse desselben und des Dottersacks zu keiner Zeit solche statt.

An Loligo habe ich aus diesen ersten Zeiten nur wenige Beobachtungen gemacht; doch zeigen schon diese, dass hier manche Abweichungen von Sepia vorkommen und erinnern mehr an die Entwickelung von Sepiola, wie sie uns *Van Beneden* geschildert hat. Im Ganzen habe ich drei verschiedene Zustände gesehen, von denen zwei den allerletzten, einer den ersten von Sepia beschriebenen entsprechen.

Vor der Bildung jedwelcher Organe beschreibt das Ei von Loligo jene bekannten Rotationen, die man nun schon von vielen Batrachiern, Fischen, Mollusken, Eingeweidewürmern, Polypen und Quallen kennt. Isolirt man ein einzelnes Ei sammt seiner Dotterhaut, so sieht man schon von blossem Auge, noch besser aber bei schwachen Vergrösserungen, eine langsame, aber unterbrochene Drehung des in seiner klaren Dotterflüssigkeit schwimmenden Dotters, die stets in einer und derselben Richtung vor sich zu gehen scheint; doch will ich auf letztere Bestimmung nicht zu viel Gewicht legen, da ich nur kurze Zeit gerade auf diesen speciellen Punct achtete. Der Dotter selbst ist an diesen Eiern ganz von einer zelligen Schicht eingehüllt, die an einer Stelle eine kreisförmige Verdickung zeigt, an den übrigen membranartig ist; letzteres ist der Dottersack, ersteres der Keim, auf dem, wie ich sagte, noch keinerlei besondere Theile entstanden sind. Die Flimmern nun, die auch hier die Umwälzung des Dotters bedingen, sitzen nicht bloss auf dem Keime, sondern auch auf der gesammten Oberfläche des Dottersacks und sind in ihren lebhaften Bewegungen schon bei 100maliger Vergrösserung sehr leicht zu erkennen. Es ergibt sich also aus der Darlegung dieses ersten bei Loligo nach der Furchung auftretenden Verhältnisses ein nicht unwesentlicher Unterschied von Sepia, denn während bei dieser der peripherische Theil des Keimes erst spät den Dotter umwächst und zum Dottersacke sich gestaltet, geschieht diess bei jener sehr früh, noch ehe irgend ein Organ vorhanden ist, und um dieselbe Zeit treten auch die Flimmern auf, die bei Sepia ziemlich später erschienen; dass der Dotter hier rotirt, da nicht, ist wohl von keiner grossen Bedeutung und nur von der bedeutenden Grössenverschiedenheit der wimpernden Fläche bei beiden Gattungen abhängig.

Von diesem Stadium an bis zu dem, wo der Embryo vom Dottersacke sich abzuschnüren im Begriffe steht, wo Kopf sammt Augen und Armen, Mantel mit Trichter, Kiemen und Herzen gebildet sind, habe ich keine Zwischenstufen beobachtet, und gehe daher sogleich zur Beschreibung dieser letzten über, von denen ich, wie schon erwähnt, zwei Stadien zu sehen Gelegenheit hatte.

Bei dem einen war der Dottersack birnförmig und trug an seinem spitzen Theile einen Embryo, der nicht mehr die Gestalt einer Scheibe besass, sondern schon so ziemlich dem ausgewachsenen Thiere glich und Kopf- und Mantelende, Rücken- und Bauchseite zeigte, allein um ein bedeutendes breiter und kürzer war.

Der *Kopf* war fast drei Mal breiter als der Mantel, von vorn nach hinten plattgedrückt, und zeigte jederseits eine deutliche Abtheilung in zwei Lappen, einen dorsalen, mehr nach dem freien Dottersack hin und einen ventralen, mehr nach dem Mantel gelegenen. Ersterer trug das sehr grosse Auge, das beinahe allein diesen Lappen einnahm, kugelförmig an dessen äusserer Ecke vorsprang und noch kein Pigment, wohl aber eine Trennung in eine centrale und Rindenmasse zeigte, von denen die letztere gerade in der Mitte ihrer nach aussen gerichteten Seite eine wenig tiefe Grube besass. Andere Organe waren weder in diesem noch dem anderen Lappen zu bemerken.

Die *Arme* zeigten sich als 10 dicke, kurze, in grossem Kreise um den noch sehr breiten Anfang des eingeschlossenen Dottersackes gelegene Stummel, ohne Spur von Saugnäpfen, von denen das zweite Paar, von der Bauchseite an gezählt, und nächst diesem das erste die längsten, das vierte und fünfte die kürzesten waren. Alle Arme einer Seite standen einander ziemlich genähert, die zwei des fünften hingegen, und vor allem die des ersten waren durch einen grösseren Zwischenraum getrennt.

Der *Mund* lag auf der Rückseite des Kopfes, gerade in der Mitte zwischen dem fünften Armpaare und zeigte sich als eine mässig grosse, von einem zarten Wulste umgebene, länglich runde Oeffnung, von der ich nicht ermitteln konnte, wie weit sie in die Tiefe führte.

Der *Mantel* war ein Sack von geringer Tiefe, breiter als hoch und vom Bauche nach dem Rücken hin mässig plattgedrückt; an seinem hinteren Ende, doch mehr nach dem Rücken hin sprangen, als die erste Andeutung der Flossen zwei kleine, halbrunde, in der Mitte untereinander verbundene, platte Leistchen hervor.

Der *Trichter* lag grösstentheils frei zwischen Mantel und Kopf und bestand noch aus zwei von einander getrennten Hälften, wie wir es bei Sepia sahen. Seine vorderen Schenkel, die später zum eigentlichen Trichter verschmelzen, lagen mit ihren freien Enden ziemlich nahe und stellten sich als zwei bogenförmig gegeneinander geneigte, dicke Leisten dar, deren vorderes Ende fast die Höhe der Basis der Arme erreichte. Die hinteren Schenkel, welche denselben Theilen entsprechen, wie bei Sepia, waren ebenfalls dick und stark,

sprangen seitlich über den Mantel vor und lagen fast ganz frei, nur waren ihre hinteren Enden von dem Rückentheile des Mantels bedeckt. Eine kleine Strecke vor dem Abgange derselben von der Mitte jeder Trichterhälfte fand sich an ihrer äusseren Seite auf einer unbedeutenden Erhabenheit eine grosse, seichte Vertiefung als erste Spur des Schlossknorpels, und auf der inneren eine nach hinten ziehende Leiste als Andeutung des Muskels, der von der Basis des Trichters aus nach den Seitentheilen des Mantels geht.

Die *Kiemen* waren zwei wulstige, länglich runde, auf der Bauchseite des eingeschlossenen Theiles des Dottersackes gelegene Körper, die mit ihren einander zugewendeten, freien Enden noch ziemlich über den Mantelrand bis in die Höhe des hinteren Kopfendes nach vorn ragten und an ihrer glatten Oberfläche noch keine Spur von Läppchen zeigten.

An der Basis der Kiemen zeigten sich die *Kiemenherzen* als zwei runde, kaum hervortretende, hohle Anschwellungen, die langsam und rhythmisch sich contrahirten; von dem Arterienherz und Gefässen war noch nichts zu sehen.

Der *After*, eine kleine, runde Oeffnung, lag auf einer länglichen Erhabenheit zwischen den Kiemen.

Der *Dotter* zerfiel in einen freien und einen vom Kopf und Mantel des Embryos eingeschlossenen, allmälig sich zuspitzenden Theil, zwischen denen keine Grenze zu ersehen war; die Membran, die jenen umhüllte oder der äussere Dottersack bekleidete auch diesen in seiner ganzen Ausdehnung bis in den Grund des Mantels und stellte einen noch ganz einfachen, innern Dottersack dar.

Noch flimmerten, wie auch bei Sepia um diese Zeit, sehr viele Organe, namentlich der Mantel, der ganze Kopftheil, die Arme an *allen Theilen*, der ganze, äussere Dottersack; wimpernlos waren die Mantelflossen, der Trichter und die Kiemen; ob die innere Seite des Mantels flimmerte, kann ich eben so wenig, wie bei Sepia, angeben. Die Rotation dagegen hatte aufgehört, ein Umstand, den ich mir schwer zu erklären vermochte, da die flimmernde Oberfläche nicht kleiner geworden war, als sie im Anfange sich zeigte, denn wenn schon einzelne Theile keine Flimmern mehr besassen, so waren wieder andere hervorgetreten, die mit solchen versehen waren, so dass beide Verhältnisse sich aufzuwiegen schienen. Ich konnte mir nur zweierlei denken, entweder, dass die Masse des Embryos während seiner Entwickelung, indem er auch aus der Dotterflüssigkeit, in der er schwamm, sich ernährte, in dem Grade zugenommen habe, dass die Wimpern den schwereren Körper nicht mehr zu bewegen vermochten, oder, dass viele von den Wimpern, was immer unmerklich wäre, ausgefallen waren, oder deren Bewegung schwächer oder unregelmässig wurde, was beides denselben Einfluss haben müsste.

In einem etwas weiter vorgeschrittenen Embryo fand ich, abgesehen von einiger Grössenzunahme aller Theile, folgende wesentlichere Veränderungen:

Die vorderen Schenkel des *Trichters* hatten mitten auf der Bauchseite sich geschlossen,

doch so, dass nur die vorderen Ecken ihrer abgestutzten Enden aneinander lagen, die hinteren dagegen noch nicht sich berührten. Am zweiten Armpaare waren auf der dem Dotter zugekehrten Seite drei halbrunde, ziemlich vorspringende, wimperlose Wärzchen vorhanden, in denen die noch unvollkommen gebildeten Saugnäpfe nicht zu verkennen waren. Die Grube auf dem Auge war tiefer geworden, und im Auge selbst zeigte sich die erste Spur des Pigmentes in einem blassgelben Schimmer. Im unteren Kopflappen fand sich im Innern eine grosse, rundliche Masse, die oben dicht ans Auge, nach innen an den eingeschlossenen Dottersack stiess, ein Gebilde, das, wie ich später inne wurde, die noch ungesonderten ganglia ophthalmica und den Kopfknorpel darstellte. Die auffallendste Veränderung endlich fand sich am Dottersack. Einmal bestand nun, in Folge der weitergediehenen Abschnürung des Embryos, eine bestimmte Grenze zwischen äusserem und innerem Dottersacke in einer ringförmigen, ziemlich tiefen Furche; dann zeigte der eingeschlossene Theil eine Sonderung in zwei verschiedene Gebilde, in einen sehr weiten im Kopfe, und einen schmaleren, vom Mantel umschlossenen Theil, von dessen unterstem Ende zwei kurze, weite Fortsätze ausgingen, die, nichts anderes als Aussackungen des Dottersackes, wie dieser von Dotter erfüllt waren.

Ich habe vorhin angenommen, dass meine Embryonen von Loligo ungefähr in denselben Stadien sich befanden, die ich oben bei Sepia als die letzten beschrieb; nun, da ich deren Beschaffenheit gezeigt habe, komme ich noch mit einigen Worten auf diesen Punct zurück. Eine Vergleichung der beiden Embryonen lehrt uns, dass dieselben trotz mancher Verschiedenheiten doch in den wesentlichsten Punkten übereinstimmen, namentlich im Verhältnisse zum Dotter, in der eingetretenen Sonderung zwischen Vorder- und Hinterleib, in der Ausbildung der Augen, des Mantels und des Trichters. Eine bedeutende Differenz, die, dass bei Sepia der Dotter von dem peripherischen Keime noch nicht umwachsen ist, wohl aber bei Loligo, hat, wie wir gesehen haben, in einem schon in den ersten Zeiten auftretenden Verhältnisse seinen Grund. Bei den übrigen Theilen, die nicht auf gleicher Stufe der Ausbildung stehen, ist es bald der eine, bald der andere Embryo, der etwas voraus hat; so besitzt Sepia Läppchen an den Kiemen, Loligo keine; Loligo hat Saugnäpfe am zweiten Paare, Sepia nicht; da sind Aussackungen des inneren Dottersackes vorhanden, hier statt dessen ein deutliches Aortenherz gebildet, so dass also im übrigen die Mängel und Vortheile gegenseitig sich aufzuwiegen scheinen.

Gerne würde ich nun noch die grosse Lücke, die ich bei Beschreibung der ersten Embryonalzustände von Loligo lassen musste, durch Betrachtung der vollständigen Reihenfolge meiner Beobachtungen an Sepia zu ergänzen suchen, wenn ich nicht fürchtete, dass die Verschiedenheiten, denen ich jetzt schon begegnete, und die gerade in dem Stadium vor dem Auftreten der ersten Organe so bedeutend schienen, sehr oft zu falschen Voraussetzungen mich verleiten könnten. Ein anderes ist es, wenn ich *Van Beneden*'s und

meine Erfahrungen zusammenfasse, da Loligo in seiner Entwickelung, wenigstens so viel ich davon sah, vielmehr mit Sepiola als mit Sepia in Uebereinstimmung zu sein scheint. Schon oben habe ich angeführt, dass bei diesen beiden das Stadium vor dem Auftreten der Organe, namentlich was die frühe Bildung des Dottersackes anbelangt, ganz gleich sich verhält, das vorbehalten, dass bei Sepiola — wenigstens schweigt *V. Beneden* ganz davon — weder jetzt noch später jemals Flimmerung und Rotation sich findet. Ebenso stimmen meine jüngsten Embryonen so ziemlich mit der von *Van Beneden* in Fig. VII abgebildeten, jungen Sepiola überein, obgleich diese augenscheinlich um einen Grad weiter vorgerückt ist. Bei beiden ist das Verhältniss des Kopfes zum Mantel, das Vorwiegen der Augen in Bezug auf Grösse, die kugelige Masse, die an die Augen stösst, der Grad der Abschnürung des Embryos derselbe; bei beiden ist ferner der Trichter geschlossen, die Arme auf gleicher Entwickelungsstufe, indem die des zweiten Paares die andern an Länge überragen, und schon mit halbkugeligen Saugnäpfen versehen sind, die Kiemen ohne Läppchen, fast ganz vom Mantel bedeckt und die Mantelflossen gebildet. Dagegen zeigt die erwähnte Sepiola im Vorhandensein des Gehörorganes (wir werden später sehen, dass das, was *Van Beneden* als Kopfknorpel und Gehör ansieht, nichts anderes als die Gehörkapseln sind), in der weiter gediehenen Entwickelung der Augen, in der Grösse des Embryos überhaupt, und besonders im Verhältnisse zu der des Dottersackes, und in der schärferen Abgrenzung der kugeligen Masse im Kopfe offenbar eine theilweis höhere Stufe an. Ob der eingeschlossene Dottersack Aussackungen besitze, davon spricht *Van Beneden* nicht, dagegen beschreibt er eine, zwischen den Kiemen gelegene, längliche Erhabenheit als Aortenherz (s. Fig. VII, g.), die vielleicht nichts anderes als der Afterwulst ist, der bei Loligo ganz dieselbe Lage und Ansehen hat.

Haben wir nun die grosse Aehnlichkeit von Loligo und Sepiola in diesen zwei weit auseinanderstehenden Stadien gefunden, so dürfen wir wohl auch ein ähnliches Verhalten für die dazwischenliegenden Stufen annehmen. Ich werfe darum noch einen Blick auf das, was uns *Van Beneden* von Sepiola davon mitgetheilt und in seinen Fig. III, IV und VI abgebildet hat. — Nach diesem gewinnt der Keim, der erst einer kleinen, flachen Scheibe glich, allmälig an Umfang, überzieht glockenartig den einen und zwar, wie es scheint, den spitzeren Pol des Eies und schnürt sich durch eine leichte Furche von dem Dottersacke ab; dann bildet sich an dem vom Dottersacke abstehenden oder hinteren Theile des Keimes eine ringsumgehende Furche, die allmälig tiefer werdend nach vorn und innen dringt und die Theilung des Embryos in Kopf und Manteltheil bewirkt. Die Kiemen und Herzen liegen erst ausserhalb dieser Furche; mit der Zunahme einer Falte jedoch, die vom hinteren Rande der Furche sich erhebt, und die Andeutung des Mantels darstellt, werden sie allmälig bedeckt und treten in die Höhlung derselben. Gegen *Van Beneden*'s Beschreibung der Entstehung der Herzen kann ich einiges Bedenken nicht verbergen. In Fig. IV bildet derselbe vier kleine, vor dem Manteltheile gelegene Erhabenheiten ab, während nach der Erklärung der Tafeln nur drei

Wülste, dem Herz (Aortenherz?) und den Kiemen entsprechend, vorhanden sein sollten. Ich halte nun die Abbildung für richtiger, sehe die vier Erhabenheiten der Fig. IV als den vier, die gleiche Stelle einnehmenden Wülsten der Fig. VI, von denen die inneren als Kiemen, die äusseren als die Mantelflossen betrachtet werden, entsprechend an, und betrachte die inneren derselben als die Kiemen, die äusseren als die zwei noch nicht verbundenen Trichterhälften, wobei ich mich theils auf die Analogie mit Sepia stütze, theils darauf, dass die Betrachtung der äussèren Erhabenheiten (s. Fig. VI, f.), als Flossen, wie *Van Beneden* vorschlägt, die höchst sonderbare Annahme implicirt, dass dieselben später ans Mantelende rücken sollen.

Die Augen von Sepiola erscheinen sehr frühzeitig. An dem jüngsten, mit Organen versehenen Embryo, den *Van Beneden* abbildet, waren dieselben schon als länglichrunde, an den Seitentheilen des Kopfes gelegene Wülste vorhanden; später werden sie als bedeutend gross, und mit Pigment versehen, geschildert, doch wird die Zeit, wo letzteres auftritt, nicht angegeben.

Die Arme erheben sich an der Grenze des Kopfes und des Dottersackes als Knötchen, die bald an Länge gewinnen und von allen Seiten den Dottersack umgeben; erst sind zwei derselben vorhanden, wahrscheinlich das erste Paar der Bauchseite, wie bei Sepia, und nicht die langen Arme, wie *Van Beneden* glaubt; dann kommen zwei andere, wahrscheinlich das zweite Paar der Bauchseite; endlich auch die anderen. An dem jüngsten Embryo von Sepiola fand sich auf dem Dottersacke, oder, besser gesagt, an der Grenze des Keimes, ein rundes Bläschen, das ein zweites in sich schloss (Fig. III, b.) und wie ein Ring sich ausnahm. Dieses Gebilde kann ich unmöglich als die erste Spur des Nervenringes um den Schlund betrachten, sondern sehe darin nichts weiter, als die Mundöffnung, die zuerst als eine, mit wulstigem Rande umgebene Grube erscheint.

Dies ist alles, was *Van Beneden* über die erste Entwickelungsstufe von Sepiola bekannt gemacht hat, und was ich, gestützt auf die Analogie der allerersten und späteren Entwickelungsperioden von Loligo und Sepiola, auch auf Loligo anwenden zu können glaube, jedoch mit den Modificationen in der Deutung einiger Theile, die ich im Vertrauen auf meine Beobachtungen an Sepia machen musste: ich könnte nun auch noch das, worüber *Van Beneden* keinen Aufschluss gegeben hat, durch Sepia ergänzen, allein ich ziehe es vor, hierauf gar nicht einzugehen, da ich nicht gern zu viel von Möglichkeiten rede, obschon ich für meine Person glaube, dass der Wahrheit nahe Resultate herauskommen würden. Uebrigens kann Jeder, der es wünscht, mit grösster Leichtigkeit eine weitere Vergleichung und Ergänzung unternehmen.

Am Schlusse dieses Abschnittes angelangt, will ich noch einen Rückblick auf die, in demselben besprochenen Veränderungen werfen und dieselben mit Uebergehung aller Einzelnheiten in ein Gesammtbild zusammenzufassen suchen.

Vorerst gebe ich eine tabellarische Uebersicht über die Reihenfolge, in der die verschiedenen Organe von Sepia auftreten.

Stadium I: Mantel, Augen, Trichterhälften mit vorderen und hinteren Schenkeln.

Stadium II: Schlossknorpel am Trichter, Kiemen, erstes Armpaar der Bauchseite.

Stadium III: Kopflappen, zweites Armpaar des Bauchseite, Flimmerepithelium am Embryo.

Stadium IV: Mund, drittes und viertes Armpaar der Bauchseite.

Stadium V: Verbindungsmasse der hinteren Trichterschenkel, After, fünftes Armpaar, Verschmelzung der hinteren Kopflappen.

Stadium VI: Zwei Läppchen an jeder Kieme, Muskel des Trichters zum Mantel.

Stadium VII: Verschmelzung der vorderen Trichterschenkel, Muskel, der vom Kopf an den Mantel geht. Vier neue Kiemenläppchen, Kiemenherzen und Aortenherz; Umhüllung eines Viertheiles des Dotters vom sich bildenden Dottersacke, Grübchen auf dem Auge.

Stadium VIII: Mantelflossen, Afterwulst, Verschmelzung der vorderen Kopflappen, Verwachsung des peripherischen Keimes zum äusseren Dottersack, Flimmerung der Oberfläche desselben.

Was die während des Wachsthumes aller dieser Organe vor sich gehenden Lageveränderungen betrifft, so muss man vor allem zwei Perioden derselben unterscheiden, die jedoch, wie sich von selbst versteht, durch keine scharfe Grenze gesondert sind. In der ersten ist der Embryo in der Fläche ausgebreitet, scheibenförmig, vom Dotter nicht geschieden, in der andern zusammengedrückt, walzenförmig, oder, wenn man seine Ausfüllung mit einem Theile des Dotters sich wegdenkt, glockenförmig, vom Dotter abgeschnürt und dieser in einen freien und eingeschlossenen Theil getrennt. In der ersten Periode liegen alle Organe nebeneinander, mitten der Mantel, dann die Kiemen, Trichterhälften, Kopflappen und zu äusserst die Arme; durch die Stellung von Mund und After an zwei gegenüberliegenden Orten ist ein Mund- und Afterende, eine rechte und linke Seite am Embryo gegeben. In der zweiten Periode krümmt sich der Embryo von allen Seiten zusammen, doch weniger von der rechten zur linken, als vom Munde nach dem After; hierdurch wird, was Mitte war, zum einen oder Mantelende, was Peripherie zum andern oder Kopfende; was vom Keime dem Dotter abgewendet war, wird zur ganzen äusseren, was demselben zugewendet, zur ganzen inneren Seite; beides theilt sich in einen Rücken- und Bauchtheil, und nur, was rechts und links war, bleibt. Hält man diese Vorstellung von der Umwandlung des scheibenförmigen Keimes in einen glockenförmigen, von vorne nach hinten zusammengedrückten Embryo fest, so wird man, ohne dass man zu bestimmen braucht, ob dieselbe durch eine Erhebung in der Mitte oder Zusammenziehung der Peripherie oder beides zugleich bewirkt werde, gewiss die meisten Lageveränderungen der Organe des Embryos sich leicht versinnlichen können, namentlich diejenigen, welche das Zusammenrücken der Arme, Kopflappen, Trichterhälften,

Kiemen, des Mundes und Afters, das Verschmelzen der Trichterhälften, der entsprechenden Kopflappen, der Basis aller Arme untereinander betreffen; man wird die Abschnürung des Embryos, die Trennung des Dottersackes in einen freien und eingeschlossenen Theil sich vorstellen können, man wird endlich auch, indem man annimmt, dass die Mitte des Keimes mehr sich erhebt oder stärker sich zusammenzieht, als die Peripherie, die Trennung des Leibes in Kopf und Mantel begreifen.

Was die Entstehungsweise der Organe betrifft, so haben wir gesehen, dass der Keim in zwei Schichten sich sonderte, eine innere und äussere; erstere bildet den inneren und äusseren Dottersack und ist, wie später noch deutlicher hervorgehen wird, für die Bildung des Embryos von keinerlei Belang, sondern einfach Abgrenzungsschichte desselben gegen den Dotter; letztere bildet den Embryo mit allen seinen Organen, und zwar, wie der nächste Abschnitt zeigen wird, mit ihren inneren Schichten vorzugsweise die vegetativen, mit den äusseren die animalen Organe.

Die *Gewebeentwickelung* bietet in dieser Periode bei Sepia und Loligo einige interessante Momente dar, die über die Bedeutung der Furchungen für die Entwickelung des Embryos nicht geringes Licht verbreiten.

Bei den jüngsten Embryonen, wo noch sehr wenige Organe angelegt sind, besteht der ganze Keim aus Gebilden, die den letzten Furchungskugeln, wie wir sie am Ende des vorigen Abschnittes verliessen, wie ein Ei dem andern gleichen. Es sind dieselben Kugeln mit Elementarkörnchen und scharfen Umrissen, von zellenartigem Ansehen, doch ohne dass die Zellennatur mit Sicherheit sich nachweisen liesse, die alle ein den Embryonalzellen der Furchungskugeln durchaus gleiches, mit einem seiner Wand anliegenden, kleinen, dunklen Kern, blassen Körnchen und heller Flüssigkeit gefülltes Bläschen enthalten, so dass man keinen Augenblick anstehen kann, in denselben Furchungskugeln zu sehen. Da nun aber diese Furchungskugeln junger Embryonen kleiner und zahlreicher sind, als die der oben zuletzt beschriebenen Stadien der Furchung, so ist einleuchtend, dass sie nicht mit denselben identisch sind, und es erhebt sich die wichtige Frage nach dem Ursprunge derselben. Hier drängt sich vor allem die Annahme auf, es möchten dieselben, als directe Nachkommen der Furchungskugeln, durch fortwährende Theilung derselben entstanden sein, auf dieselbe Weise, wie die späteren, kleineren Furchungskugeln aus den früheren, grösseren hervorgingen. Und in der That, wenn wir die oben beschriebenen, unmittelbar aus der Furchung entsprungenen Keime von 2‴ Durchmesser und Kugeln von 0,024—0,012‴ mit den frühsten, mit Organen versehenen Keimen vergleichen, die nur unbedeutend grösser sind und in ihren mittleren Theilen Kugeln von 0,008—0,012‴, sammt Embryonalzellen von 0,005—0,006‴, an den peripherischen Kugeln von 0,016‴ mit Embryonalzellen von 0,008‴ enthalten, und diese hinwiederum mit reiferen Embryonen aus der Mitte dieses Abschnittes zusammenhalten, die innen aus Kugeln von 0,0036—0,0045‴, mit Embryonalzellen von 0,0026—0,003‴, aussen, an dem sich bildenden Dottersacke, mit

solchen von 0,012—0,016‴ versehen sind, so lässt sich, glaube ich, die Möglichkeit wohl einsehen, dass alle diese Keime sammt den dazwischen liegenden Stufen in ununterbrochener Linie von einander abstammen und ohne Dazwischenkunft neu aufgetretener Elemente entstanden sind. Es ist einmal gewiss, dass die früheren Kugeln nicht durchaus schwinden und gleichsam nur, um ein Cystoblastem zu bilden, vorhanden waren, noch dass sie unverändert in ihrer Grösse beharren, denn von beiden ist keine Spur zu sehen; vielmehr deutet alles darauf, dass sie fortwährend sich vermehren und verkleinern, denn man sieht in den ersten, mit Organen versehenen Keimen, dass in manchen Kugeln zwei Zellen vorhanden sind, die bald mit abgeplatteten Flächen dicht aneinanderliegen, als ob sie eben erst von ihrer Mutterzelle befreit worden wären, bald ganz und weiter von einander abstehen, ferner, dass in vielen dieser Zellen zwei Kerne bald näher, bald entfernter von einander vorkommen, endlich, dass auch an den Kugeln oft Spuren eben stattgehabter Trennung wahrzunehmen sind. Hält man nun diess mit dem zusammen, was über die Theilung und Vermehrung der früheren Furchungskugeln gesagt worden ist, bedenkt man, dass die Beschaffenheit der jetzigen und früheren Gebilde vollkommen übereinstimmt, so kann, wie mir scheint, daran nicht gezweifelt werden, dass die früheren Furchungskugeln in die Kugeln übergehen, die die ersten Organe der Embryonen zusammensetzen, und die Frage, welche zu beantworten Schwierigkeiten darbietet, ist eigentlich nur die, ob Alle Kugeln späterer Embryonen in unmittelbarer Nachfolge aus den Furchungskugeln hervorgehen, oder ob nicht auch andere neu zwischen den schon vorhandenen sich bilden. Dieselben Gründe, die am Schlusse des vorigen Abschnittes, wo es sich darum handelte, die fortwährende Vergrösserung des Keimes zu erklären, mich bewogen, gegen eine Neubildung von Kugeln mich auszusprechen, walten auch hier vor, nämlich die, dass uns die Beobachtung keine einzige Thatsache an die Hand gibt, welche für eine unabhängige Entstehung von gewissen Kugeln spricht, dass vielmehr, da wir wissen, dass eine grosse Zahl derselben durch fortwährende Theilung der Furchungskugeln sich bildet, die Wahrscheinlichkeit in hohem Masse dafür ist, dass diess für alle Geltung hat, und ausser den durch Theilung entstandenen, keine anderen sich bilden. Diess als das Wahrscheinlichste angenommen, muss man die fortwährende Vergrösserung des Keimes bis zur gänzlichen Umhüllung des Dotters, mit anderen Worten, die Bildung des Dottersackes so erklären, wie ich es oben schon gethan habe, indem man annimmt, dass die Grenzkugeln des Keimes, bevor sie sich theilen, durch Assimilation des Dotters an Grösse zunehmen, so z. B. dass eine Kugel von 0,016‴ erst bis zu 0,032‴ wächst und dann erst in zwei neue Kugeln von 0,016‴ sich theilt, ein Vorgang, der den Pflanzenphysiologen allbekannt ist und in jeder wachsenden Pflanzenspitze, am besten bei denjenigen Algen, die durch eine endständige Zelle sich vermehren, beobachtet werden kann. Aber auch in den centralen Theilen des Keimes,

wo die Organe des Embryos sich bilden, muss die Vermehrung der Kugeln in der Weise vor sich gehen, dass dieselben je vor der Theilung sich vergrössern; denn wollte man die Kugeln einfach sich theilen lassen, so würde nie die ungeheure Zahl derselben herauskommen, die die Theile junger Embryonen zusammensetzt.

Es würde demnach die Furchung eine ganz andere Bedeutung haben, als ihr von den meisten, die sich bis jetzt damit beschäftigten, namentlich von *Reichert*, angewiesen worden ist. Die Furchung ist uns nicht der Schlussstein der im unbefruchteten Eie vor sich gehenden Veränderungen, nicht ein Zurechtlegen der Dotterelemente des befruchteten Eies, gleichsam ein Umackern desselben, ohne welches der Same nicht wirksam sein kann, auch nicht ein zufälliges Naturspiel, sondern wir sehen in derselben die erste Regung des sich bildenden Embryos. Embryo ist wahrscheinlich schon der Inhalt des Keimbläschens im Momente, wo es in Folge der Befruchtung platzt; Embryo ist der Körnchenhaufe am Embryonalpole der Sepia, der vielleicht aus des Keimbläschens umgeformter Flüssigkeit hervorging; Embryo ist ganz gewiss der erste Kern, die erste Embryonalzelle und die erste Furchungskugel. Der Embryo wächst, so wie die Furchung vorwärtsschreitet. Noch unförmlich an Gestalt, bildet er sich eine Anzahl von Elementartheilen, und nachher erst denkt er daran, sich einen formenreichen Leib und eigenthümliche Elementarorgane zu geben. Die Furchung ist nicht dann beendet, wenn die Furchungsklümpchen dem nicht oder leicht bewaffneten Auge unkenntlich geworden sind, auch nicht, wenn die ersten Organe des Embryos erscheinen, sondern erst in dem Augenblicke, wo die Vermehrung der Furchungskugeln oder Furchungszellen ein Ende nimmt, und dieselben sich anschicken, in specifike Gewebe, Epithelium, Pigmentzellen, Zellgewebe u. s. w. überzugehen. Es wird sich in der Folge ergeben, dass dieser Moment nicht überall zu gleicher Zeit, sondern hier frühzeitig zugleich mit der Bildung der ersten Organe, an anderen Orten erst kurz vor der Enthüllung der Embryonen stattfindet, und ich werde dann zeigen, dass höchst wahrscheinlich nicht blos die formelle Anlage aller Organe einzig und allein von den Furchungszellen gebildet wird, sondern dass auch die eigenthümlichen Gewebe der Embryonen Alle aus denselben hervorgehen.

Es bestehen also, um auf die Embryonen von Sepia zurückzukommen, in diesem Abschnitte alle Theile derselben durch und durch aus Furchungskugeln, erst grösseren und später kleineren, wie ich es oben angegeben habe, die vielleicht jetzt von zarten Membranen umgeben sind; wenigstens glaube ich, solche an einigen Stellen, namentlich bei den grossen Epitheliumzellen, mit Bestimmtheit gesehen zu haben. Aus diesem Grunde, und weil dieselben, wie die Folge lehren wird, alle mehr oder weniger an der Entstehung der Gewebe Antheil nehmen, scheint mir der Name »Furchungzellen« oder »secundäre Zellen« für die Furchungskugeln der Zeit, wo die Embryonen mit bestimmten Organen ver-

sehen sind, passender, und ich werde daher in Zukunft nur dieses Namens mich bedienen, wobei ich aber nicht zu vergessen bitte, was ich hier über deren Entstehung bemerkte. Die Gewebebildung, die zwar auch in dieser Periode schon stattfindet, namentlich was Epithelium, Muskeln und Zellgewebe betrifft, werde ich im nächsten Abschnitte im Zusammenhange behandeln.

VIERTER ABSCHNITT.

Von der Abschnürung des Embryos von dem Dottersacke bis zu seiner Enthüllung.

Bei der Beschreibung dieser letzten, während des Eilebens vorsichgehenden Veränderungen halte ich es für zweckmässig, einen anderen Plan als bisher zu verfolgen, und nicht mehr die Gesammtentwickelung des Embryos in verschiedene Stadien abzutheilen und die Eigenthümlichkeiten eines derselben nach dem andern auseinander zu setzen, sondern die verschiedenen Theile, je nachdem dieselben für sich schon ein Ganzes ausmachen oder in Gruppen zusammenpassen, jede für sich bis zum Ende ihrer embryonalen Ausbildung zu betrachten, ein Verfahren, welches übrigens in der verschiedenen Natur der früheren und jetzigen Periode durchaus begründet ist. Während nämlich in jener die bildende Thätigkeit fast allein im Auftreten eines Organes nach dem andern sich aussprach, und dieselben eine lange Reihe von Lageveränderungen durchliefen, ihre Form und Zusammensetzung dagegen fast unverändert blieb, sind es in dieser Periode die Structurverhältnisse, die äussere und innere Gestaltung der Organe, die in raschem Wechsel aufeinanderfolgen, und bei weitem vorwiegen. Ich werde daher jetzt die verschiedenen Systeme, Organe und Gewebe, jede für sich durchgehen, zuvor aber, um einen sichern Anhaltspunkt zu gewinnen, die äussere Gestaltung des Embryos beschreiben.

Wir haben schon am Ende des letzten Abschnittes gesehen, dass der Embryo von Sepia eine Gestalt angenommen hatte, die in den wesentlichsten Punkten mit der des erwachsenen Thieres übereinstimmte, indem derselbe platt-cylindrisch war, deutlich aus Kopf und Manteltheil bestand, und vom Dotter sich abgeschnürt hatte; jetzt gehen auch noch die letzten Eigenthümlichkeiten unter, welche die frühere Periode bezeichneten, und der Embryo nähert sich immer mehr, sowohl in seiner Gesammtgestalt, als der Lagerung und Beschaffenheit der einzelnen Organe, dem, was uns die ausgebildeten Sepien zeigen. In welcher Reihenfolge diese Veränderungen geschehen, wird das Folgende ergeben.

So lange der Embryo 4 — 5*mal kleiner ist, als der Dottersack*, zeichnet er sich vor allem dadurch aus, dass der *Kopftheil* noch bedeutend den Manteltheil überwiegt. Nicht bloss ist derselbe von der Rechten zur Linken wohl zweimal so breit als der Mantel, sondern auch von vorn nach hinten (ich nenne das Kopfende vorn, das Mantelende hinten, weil man

einmal an diese Betrachtungsweise gewöhnt ist, obschon eigentlich die Sepien bei ihren natürlichen Bewegungen den Kopf bald nach oben und hinten, bald nach unten und vorn tragen, jenes nämlich, wenn sie schwimmen, dieses, wenn sie kriechen) ebenso lang, oder noch etwas länger, und vom Rücken nach dem Bauche, oder von oben nach unten, um ein Geringes dicker. Von den beiden *Kopflappen* ist um diese Zeit immer noch der hintere der kleinere; doch beginnt einerseits eine Lageveränderung in denselben sich kundzugeben, indem die Lappen der Bauchseite immer mehr nach dem Rücken zu wandern, anderseits wird die Grenze zwischen ihnen immer undeutlicher.

An den *Armen* ist vor allem ein Wechsel der Stellung auffallend, der mit zwei Paaren vor sich geht, mit dem zweiten und vierten nämlich. Was das erstere, oder die langen Arme, betrifft, so wachsen deren Wurzeln oder Grundtheile, die früher mit denen der andern in einer Linie lagen, immer mehr nach hinten und nach innen, bis sie endlich hinter und über den Wurzeln des ersten Paares in der Mittellinie der Bauchseite unter einem spitzen Winkel zusammenstossen. Da nun zu gleicher Zeit auch das erste Paar bedeutend nach der Seite sich ausdehnt und breiter wird, dann die Wurzeln des zweiten Paares von unten her bedeckt und zuletzt mit denen des dritten Paares verwächst, so kann man nur, indem man dieses Paar wegnimmt, die Lageveränderung des zweiten Paares wahrnehmen. Die bekannte Höhlung zwischen den Armen des ersten und dritten Paares, in welche die langen Arme sich zurückziehen können, und in deren Grunde die Wurzeln derselben liegen, verdankt eben diesen Verhältnissen ihre Entstehung. Nicht minder auffallend ist das, was mit dem vierten Armpaare vor sich geht. Zur Zeit nämlich, wo das fünfte Paar nicht mehr weit vom Munde entfernt liegt, wächst das vierte ebenfalls nach hinten, biegt jedoch bald bogenförmig nach innen und vorn, indem es über das fünfte Paar weggreift und rückt endlich ganz nach innen, so dass die zwei Arme desselben in der Mittellinie des Rückens aneinanderstossen, den Mund von hinten verdecken und an ihren äussern Seiten vom fünften Paare begrenzt werden. Alles dieses geht verhältnissmässig rasch und spurlos vorüber, so dass Jeder, der nicht gerade den Moment, wo das vierte Paar über das fünfte übergreift, zu Gesicht bekömmt, ganz sicherlich glauben würde, es seien die Armpaare, ohne aus ihrer Reihe zu treten, ganz einfach einander näher gerückt und hätten endlich den Mund bedeckt. Ich selbst habe nur zwei Male, aber mit völliger Bestimmtheit dieses Uebergreifen gesehen, das übrigens auf dem gleichen Vorgange beruht, wie die Lageveränderung des zweiten Paares, an der wohl Niemand zweifeln wird. — Die Arme versehen sich nach und nach mit einer grösseren Zahl von Saugwarzen, die alle halbkugelig ohne Vertiefung sind und an den langen Armen nur die Spitzen einnehmen.

Vom *Mantel* lässt sich, abgesehen von den Grössenverhältnissen, die ich schon berührt habe, nicht viel sagen. Derselbe ist ein rundlicher Sack, um ein Geringes länger und fast ebe nso dick als breit, dessen Seiten, gleich wie die Rücken- und Bauchwände, dieselbe Länge

besitzen; in der Mittellinie seines Rückens findet sich eine, die hintere Hälfte einnehmende Längsfalte, die von der Wölbung der Schale herzurühren scheint und gewöhnlich als ein schmaler, weisser Strich erscheint. Die Flossen sind länger geworden und reichen bis über die Mitte der Seitentheile.

Der *Trichter* mit seinem Kanale und dessen beiden Oeffnungen ist deutlich vorhanden, ohne dass ich hätte entdecken können, wie letzterer sich bildete. Aeusserlich ist von dem Trichter, der in allen seinen Theilen zunahm, nur die Spitze zu sehen, die, da die Embryonen fast immer mit der Bauchseite dem Dottersacke in etwas aufliegen, in Folge des Hindernisses, das dieser ihr darbietet, meist unter einem rechten Winkel nach aussen absteht und, wenn der Embryo auf dem Rücken liegt, dem Beobachter ihre offene Mündung zuwendet.

Der *Dottersack* ist um diese Zeit birnförmig, breiter als lang, und dient, wie ich eben sagte, noch theilweise dem Embryo als Stützpunkt.

Sobald der Embryo und Dottersack *gleich gross* geworden sind, hat die Lage der Theile folgendermassen sich gestaltet:

Der *Mantel* ist zweimal so lang, als der Kopf, fast ebenso breit und dicker als derselbe; die schmalere Stelle, oder der Hals, der zwischen beiden gerade vor den seitlichen Theilen des Trichters liegt, ist in den Mantel hineingerückt und wird von demselben umfasst. An seinen Seitentheilen finden sich vier Längskanten, zwei vordere und zwei hintere, von denen diese durch die Flossen, die jetzt weiter hinaufragen, jene vielleicht durch die zwei seitlichen Muskeln, die vom Trichter an den Mantel gehen, bewirkt werden. Ein Querdurchschnitt des Hinterleibes ergibt fast genau ein Rechteck.

Die Breite des *Kopfes* ist fast dieselbe, wie vorhin, dagegen haben seine Länge und Dicke zugenommen. Die Lage der Lappen desselben ist nun so, dass die der Bauchseite fast ganz hinter die anderen getreten sind. An denselben sah ich jetzt zum ersten Male unter und etwas vor dem Auge jederseits ein kleines, rundes Wärzchen mit vertiefter Mitte, von dem ich später zeigen werde, dass es die erste Andeutung des Geruchsorganes darstellte.

Die *Arme* sind alle länger und breiter geworden; jenes gilt namentlich vom zweiten, dieses vom ersten Paare. Bei allen in Spiritus getödteten Thieren ist das zweite Paar in seinen Gruben versteckt.

Die *Haut* besitzt Pigmentzellen, doch in viel geringerer Zahl, als später, und ist noch immer fast an allen den Theilen, die früher schon dasselbe besassen, mit Flimmerepithelium versehen.

Der *Dottersack* ist fast rund und flimmert.

Die reifen Embryonen endlich, die *zwei bis dreimal grösser sind, als ihr Dottersack*, haben einen *Mantel*, der in allen Dimensionen den Kopf übertrifft und den hinteren Theil desselben sackartig umhüllt, so dass nur noch der vordere Theil mit Augen und Armen,

sammt dem nun gerade gestreckten und zwischen die zwei breiten Arme der Bauchseite hineinragenden Trichter, aus demselben hervorsieht, von dem Halse dagegen nichts mehr zu sehen ist; seitlich geht der Mantel besonders weit nach vorn, fast an die Augen hin, weniger auf der geraden, abgeschnittenen, noch mit keiner Spitze versehenen Rückseite, und am wenigsten auf der wie ausgeschnittenen Bauchseite. Seine viereckige Gestalt hat wieder rundlicheren Umrissen Platz gemacht: die Flossen ragen weit nach vorn, sind breiter und hinten durch einen weiten Ausschnitt getrennt.

Der *Kopf* ist nicht breiter und nur wenig dicker geworden. Seine besprochene Erhabenheit unter und vor dem Auge ist sehr deutlich, das Grübchen auf ihr, wie es scheint, ins Innere sich hineinziehend.

Die *Arme* sind etwas grösser geworden, ihre noch halbkugeligen Saugnäpfe zahlreicher. Auch an lebenden Embryonen stecken die langen Arme in ihren Gruben und sind nach der Seite der Saugnäpfe zusammengerollt, während sie in ihrem früheren, ausgestreckten Zustande mit ihren Spitzen in umgekehrter Richtung gebogen waren.

Die Embryonen sind am ganzen Leibe, namentlich auf dem Rücken, sehr stark violett gefärbt. Die Flimmerung fand ich noch an Mantel, Dottersack und Tintenbeutel, an den Armen spärlich.

Jetzt und früher schon bewegten sich die Embryonen, theils in den Eihüllen drin, besonders lebhaft aber, wenn sie, denselben entnommen, in Meerwasser gelegt wurden, wo sie unter abwechselndem Ausdehnen und Zusammenziehen von Mantel und Trichter mit ihren Dottersäcken rasch herumschwammen. Auffallend war mir, dass auch der Dottersack Contractilität besass und mannigfach sich aus- und einbog, expandirte und zusammenzog; der Tintenbeutel machte ebenfalls schon einige Bewegungen.

Die äussere Gestaltung der Embryonen von Loligo, von denen ich aus dieser Periode eine grosse Anzahl zu Gesicht bekam, zeigt viel Uebereinstimmung mit denen von Sepia, wesshalb ich nur auf das Wichtigere und Abweichende aufmerksam machen werde.

Die Verhältnisse von *Kopf-* und *Manteltheil* sind anfangs ganz dieselben, wie bei Sepia, später verschieden, da ihre Umänderung hier langsamer vor sich geht. Zwar nimmt die Breite des Mantels rasch zu, so dass sie bald die des Kopfes übertrifft; allein die Länge ist es, die nur langsame Fortschritte macht. Embryonen, die bedeutend grösser sind, als ihr Dottersack, haben beide Theile ungefähr gleich lang, und solche, wo derselbe ganz winzig geworden ist, haben noch immer den Kopf nur anderthalbmal kürzer als den Mantel.

Die *fünf Armpaare*, die erst alle gleich gebildet waren, zeigen bald bedeutende Verschiedenheiten, indem die einen sehr rasch zu einer vollkommeneren Ausbildung gelangen, die anderen auffallend zurückbleiben. Zuerst werden die des zweiten Paares länger und bekommen halbkugelige Warzen als Andeutungen von Saugnäpfen, dann das erste, dritte,

und am letzten das fünfte Paar. Embryonen, die zweimal den Dottersack an Grösse übertreffen, haben nur am ersten, zweiten und dritten Paare Saugnäpfe, und das fünfte Paar noch fast ganz in ursprünglicher Kleinheit; selbst reife Embryonen besitzen an jedem Arme des fünften Paares nur zwei Warzen. Die Lageveränderungen des zweiten und vierten Paares finden sich hier, wie bei Sepia; die des letzteren habe ich nur einmal, doch so, dass kein Zweifel bleiben konnte, gesehen.

Der *Trichter* ragt lange Zeit weit über den Mantel hervor, und namentlich sind seine Knorpel selbst dann noch unbedeckt, wenn Embryo und Dottersack gleich gross sind. Die Bildung des Trichterkanals, die mir bei Sepia entging, habe ich hier auf folgende Weise zu Stande kommen sehen. Nachdem die beiden vorderen Trichterschenkel ganz sich vereinigt haben, biegen deren äussere Ränder nach unten und innen um, werden immer breiter und rücken einander näher; zugleich gewinnen auch die inneren Ränder und die Spitzen der verschmolzenen Schenkel, nach innen und hinten zu, an Umfang, so dass der Trichter erst einem weit offenen und kurzen, dann einem fast geschlossenen und längeren Halbkanale gleicht. Auf der letzteren Stufe bleibt derselbe beim Nautilus Pompilius stehen (siehe *Owen*'s Abhandlung); bei Loligo dagegen und den übrigen Cephalopoden, wo die Bildung desselben wohl in gleicher Weise vor sich geht, vereinigen sich die Ränder des Halbkanals und bilden einen geschlossenen Gang, dessen Bildungsweise man bei Embryonen noch lange an einer Naht, die über die ganze Bauchfläche des Trichters herabläuft, erkennen kann. In diesen Verhältnissen ist auch eine Lageveränderung der Trichterknorpel und hinteren Trichtermuskeln, d. h., derer, die vom Trichter an den Nackenknorpel gehen, begründet. Während nämlich früher beide nach aussen und rückwärts von den vorderen Trichtermuskeln, d. h., denen, die vom Trichter nach dem Mantel gehen, lagen, wandern sie, so wie die Ränder der vorderen Trichterschenkel sich nach innen zu schlagen beginnen, immer mehr nach innen, bis endlich bei gebildetem Trichter die Knorpel nach innen und unten von den vorderen Trichtermuskeln liegen und die hinteren Muskeln, das Thier von der Bauchseite betrachtet, zum Theile die vorderen bedecken.

Die *Flimmerung* findet sich auch bei Loligo bis ans Ende des embryonalen Lebens an denselben Theilen, wie bei Sepia, und namentlich auch auf dem ganzen Dottersacke. Die Färbung der Haut tritt später ein, so dass ein Embryo, zweimal grösser als sein Dottersack, erst ungefähr 80 regelmässig gestellte Pigmentzellen hat. Ueber die Bewegungen der Embryonen wüsste ich nichts anzugeben, das ich nicht schon erwähnt hätte.

Nachdem ich hiemit das Wichtigste, die äussere Gestaltung betreffende, angegeben habe, gehe ich zur Darstellung der Entwickelung der verschiedenen Gewebe und Organe über.

1. Aeussere Bedeckungen.

a) Flimmer- und Pflasterepithelium.

In den allerersten Zeiten sind, wie wir oben sahen, die Furchungszellen der äussersten Schicht in nichts von allen übrigen, den Leib des Sepienembryos zusammensetzenden verschieden, 0,004—0,005‴ gross und weichen unter einander nur dadurch ab, dass die einen einen Büschel von Flimmerhaaren tragen, die anderen nicht. Nachher wachsen die Zellen dieses Flimmerepitheliums in allen ihren Theilen, so dass sie zwischen dem siebenten und achten Stadium 0,006—0,009‴, ihre Embryonalzellen 0,0036‴ und an Embryonen, die 3 bis 5mal kleiner sind, als ihr Dottersack, erstere 0,018—0,027‴, die letzteren 0,0045‴ betragen. Während dieses ungemeinen Wachsthums werden die Elementarkörnchen, welche in diesen Zellen liegen, immer sparsamer, was vielleicht nur scheinbar und in der Verbreitung derselben über einen grösseren Raum begründet ist; die Zellen selbst gestalten sich zierlich polygonal, wie Pflanzenzellgewebe, meist 4—6eckig und werden immer blasser und lichter, während die Scheidewände zwischen denselben scharf sind und ihre membranöse Beschaffenheit nicht verkennen lassen, so dass die Embryonen um diese Zeit wie mit einem grossen und weiten Maschenwerk überzogen erscheinen, in dessen einzelnen Räumen die Embryonalzellen sitzen, die, wie früher, feine Körnchen und einen ungemein deutlichen aber kleinen Kern von 0,0005‴ enthalten. Ungefähr in der Mitte des Eilebens kommt eine Häutung vor; es findet sich nämlich um diese Zeit in dem Raume der Dotterhaut, der nun auch bei Sepia einige Flüssigkeit enthält, eine flockige, weisse Masse, in der ich nichts anderes als abgestossenes Epithelium sehen kann, da man oft noch die Reste desselben erkennt, obschon dieselbe meist nichts, als eine ungemein feinkörnige Masse darstellt, und auch die Embryonen mit ihrem normalen Ueberzug versehen sind. Das Epithelium der Theile, die keine Flimmern tragen, ist ganz so beschaffen, wie das Flimmerepithelium, nur sind die Furchungszellen platter.

Loligo bietet ganz dieselben Verhältnisse dar, wie Sepia, ausgenommen, dass seine Epitheliumzellen langsamer wachsen und nie die Grösse von 0,018‴ übersteigen.

Der äussere Dottersack besteht aus denselben Gebilden, wie das Epithelium des Embryos, und ist, so zu sagen, nichts als ein Epithelium des Dotters; denn ausser einigen Fasern, von denen nachher die Rede sein wird, enthält er keine anderweitigen Gebilde. Seine secundären oder Furchungszellen, die meist nur eine, höchstens zwei Lagen bilden, messen bei Loligo erst 0,009‴, die Embryonalzellen derselben 0,0045‴; nachher wachsen erstere bis auf 0,036‴, letztere bis auf 0,009‴; doch finden sich immer noch viele, die die ursprüngliche Grösse beibehalten haben, viele, die auf Zwischenstufen zwischen den zwei genannten Extremen stehen; die Gestalt derselben ist polygonal, meist 5 oder 6eckig, oft länglich rhombisch. Bei Sepia messen die secundären Zellen des Dotter-

sackes 0,018—0,027‴, die Embryonalzellen 0,004—5‴, verhalten sich also wie die des Epitheliums des Embryos.

b) Pigmentflecken.

Schon oben habe ich berichtet, dass diese Flecken erst gegen das Ende des Embryonallebens sich einstellen, um die Zeit nämlich, wo Embryo und Dottersack ungefähr gleich gross sind. Bei Sepia waren die frühsten, die ich sah, 0,006—0,009‴ gross, rundlich oder länglich rund von Gestalt und bestanden aus einem blassen, centralen Theil, der nichts anderes als eine Embryonalzelle mit ihrem Kernchen war, und einem gefärbten, peripherischen, der von matt gelblichen, feinen, von keiner wahrnehmbaren Membran umgebenen Körnchen gebildet wurde. Die grössten, die ich an den reifen Embryonen fand, maassen 0,036‴, waren violett oder rothbraun und liessen ihre Embryonalzellen nur schwer erkennen, obschon dieselben in keinem Falle mangelten.

Bei Loligo treten die Pigmentflecken nicht massenhaft, wie bei Sepia, sondern ganz vereinzelt und, wie es scheint, in bestimmter Reihenfolge auf. Ein Embryo, z. B., zweimal grösser als sein Dottersack, hatte solche nur an folgenden Theilen: Auf der Rückenseite eines jeden langen Armes 5, auf der Bauchseite 4, an jedem Arme des ersten Paares 2, auf der Rückseite des Kopfes 14, auf der Bauchseite desselben 8, auf der Bauchseite des Mantels 23, auf der entgegengesetzten 31. Von diesen Flecken waren die des Kopfes die grössten, bis zu 0,054‴, die der Arme, von 0,015‴, die kleinsten. An jüngeren Embryonen beobachtete ich ihre Entstehung leicht. Ich fand unter der Epidermis einzelne blasse Furchungszellen von bekannter Gestalt, deren Embryonalzellen von einer einfachen Schicht blassgelber Körnchen umgeben waren, andere, wo der Körnchen mehrere und ihre Farbe intenser war. und von diesen eine ununterbrochene Reihenfolge bis zu den grössten Pigmentflecken, die ebenfalls in dem Haufen dunkler Pigmentkörner eine Embryonalzelle enthielten, so dass also die Entwickelung der Pigmentflecken die zu sein scheint, dass in körnchenlosen Furchungszellen um die Embryonalzellen Pigmentkörner sich anlagern, die dann an Masse und Färbung immer mehr zunehmen. Die Pigmentflecken von Sepia und Loligo liegen übrigens in einer besonderen Schicht unter der Oberhaut und zeigen erst bei den ältesten Embryonen die bekannten Contractionen und Expansionen, deren Grund, beiläufig gesagt, nicht in einer Zellmembran dieser Flecken, die wahrscheinlich gar nicht vorhanden ist, da sie weder bei reifen Embryonen, noch bei den erwachsenen Thieren nachzuweisen ist, sondern in eigenthümlichen, um dieselben gelagerten, contractilen Fasern der Haut zu suchen ist.

c) Lederhaut.

Als solche kann eine Schicht von Fasern betrachtet werden, die theils zwichen den Pigmentflecken, theils unter denselben sich findet. Diese Fasern sind bei erwachsenen Sepien 0,0005—0,001‴ breit, unverästelt, blass, und liegen nicht in Bündeln beisammen: an einzelnen Stellen derselben finden sich runde oder länglichrunde Ansammlungen von Körnern,

und wo sie gerissen sind, trifft man sie nicht selten in zwei oder drei feinere Fasern zerspalten. Sie bilden sich erst gegen das Ende des Embryonallebens aus Theilen, die den Embryonalzellen durchaus gleichen, dadurch, dass dieselben meist nur an einem, doch auch an zwei entgegengesetzten Enden sich verlängern und in Fasern auswachsen, während ihr körniger Inhalt allmälig schwindet und in eine blasse, homogene Substanz sich verwandelt. Der Kern der Zellen vergeht während des Embryonallebens noch nicht, sondern ist an allen spindelförmigen Zellen und jungen Fasern, trotz seiner Kleinheit, der scharf umschriebenen Gestalt und dunklen Farbe wegen, leicht zu erkennen. Die weitere Entwickelung dieser Theile habe ich, aus Mangel an jungen Sepien aus den ersten Zeiten nach dem Austritte aus dem Ei, nicht ermitteln können; doch ist wohl das gewiss, dass endlich die Zellen durch fortgesetzte Verlängerung in Fasern übergehen und die Kerne aufgelöst werden, deren Reste vielleicht in jenen erwähnten Körnchenansammlungen der ausgebildeten Fasern gesucht werden müssen.

d) Rückenschale von Sepia.

Brand (medicinische Zoologie, Bd. II, S. 302 u. 303) ist meines Wissens der erste, der eine naturgetreue Beschreibung derselben, so weit sie mit der Loupe sich erreichen lässt, gegeben hat, auf die ich mich hier beziehen werde. Was die mikroskopische Structur betrifft, so sage ich in Kürze Folgendes: Kein Theil der Schale besteht aus Knochen- und keiner aus Knorpelsubstanz, sondern die Bauchschicht von *Brand* ist ganz aus unorganisirten, wohl grösstentheils erdigen Theilen, und seine Rückenschicht, wenigstens vorzugsweise, aus solchen und aus Fasergewebe zusammengesetzt. Diese letztere bildet eine dünne Membran, die genau die Grösse der Rückenschicht hat und aus leicht geschlängelten, parallel nebeneinander verlaufenden, 0,001—2‴ breiten, ziemlich dunkeln Fasern besteht, die manchmal Spuren von Zusammensetzung aus noch feineren Fibrillen zeigen. Diese Fasermembran ist in einer Ausbreitung, die der Grösse der Bauchschicht entspricht, auf Rücken- und Bauchseite mit einer dünnen Lage von kohlensaurem Kalk bedeckt, die keinerlei Structur zeigt, auch auf die, von der Bauchschicht nicht bedeckten Seitentheile der Rückenschicht übergeht, und hier, dem Ansehen mit blossem Auge nach, perlmutterglänzend und glatt ist, während sie an den übrigen Theilen auf dem Rücken gekörnt, auf der Bauchseite mit hervorstehenden Leistchen, die vom Ansatze der Bauchschicht herrühren, versehen ist. Diese letztere hinterlässt, wenn man die Kalkerde auszieht, ein membranartiges, zartes Skelett, das ganz die Gestalt der früheren Blätter und Blättchen dieses Theiles darstellt, und vielleicht aus organischen, mit der Erde verbundenen, möglicherweise auch nur aus ungelösten, unorganischen Theilen besteht. So viel über die Schalen der erwachsenen Thiere. Was die der Embryonen betrifft, so bestehen dieselben nur aus der späteren Bauchschicht, indem die Rückenschicht erst in der Anlage vorhanden ist. In meinen ältesten Embryonen hatte die Bauchschicht der Schale eine eiförmig rundliche Gestalt, war

$1\frac{1}{2}$mal länger als breit, und nahm im Vergleich mit derjenigen alter Thiere einen bedeutend grösseren Raum ein, indem sie fast über den ganzen Rücken sich erstreckte; an ihrem schmalen Ende war sie schon mit einer, nach der Bauchseite des Embryos gerichteten Biegung, in deren Concavität der Anheftmuskel sich ansetzte, und mit dem nach hinten ragenden Fortsatze versehen. Dieses Schalenrudiment war sehr dünn, bestand erst aus drei parallel übereinanderliegenden Blättern, wie sie auch an den alten Schalen, jedoch in viel grösserer Zahl, vorkommen, und enthielt noch so wenig erdige Theile, dass es einen bedeutenden Grad von Durchsichtigkeit besass. Die senkrechten, mit stärkeren oder schwächeren Schlängelungen verlaufenden Blättchen, die später die verschiedenen Schichten unter einander verbinden, waren nicht vorhanden; an ihrer Stelle zeigten sich von einer Lage zur andern gehende Stäbchen eigenthümlicher Art. An dem einen Ende waren dieselben dünn, drehrund, solid, an dem andern membranartig ausgebreitet, in der Richtung ihres queren Durchmessers mehr oder weniger gebogen und verschiedentlich gabelig gespalten; mit dem ersteren hafteten sie an der oberen, mit dem letzten an der unteren Schicht. Diese gabeligen Stäbchen, deren mannigfache Formen sich nicht alle beschreiben lassen, waren der Quere nach ziemlich regelmässig gerippt, sehr verschieden breit, von 0,006—0,03‴, und in Abständen von 0,018—0,054‴ gestellt; endlich war nicht zu verkennen, dass sie mehr oder weniger in Reihen, die dem Längendurchmesser der Schale fast parallel gingen und ungefähr 0,036‴ von einander abstanden, angeordnet waren. In jüngeren Embryonen fand ich die Bauchschicht aus zwei, und in solchen, die 3mal kleiner waren, als ihr Dottersack, aus einer einzigen Schicht gebildet, im übrigen den so eben beschriebenen, älteren Schalen gleich, das ausgenommen, dass die jüngsten, schildförmigen an ihrem hinteren Ende nur wenig verschmälert, ohne Umbiegung und Spitze waren, und in den ersten Zuständen gar keine, oder nur sehr wenige am hinteren Ende befindliche Stäbchen trugen, was mir der letzteren Entstehungsweise zu beobachten Gelegenheit gab. Diese bilden sich nämlich von oben nach unten, indem erst ihr schmaleres, zuletzt ihr gespaltenes, blattartiges Ende sich formt; man findet dessnahen zu einer gewissen Zeit die erste Lage der Bauchschicht auf ihrer unteren Seite mit regelmässig gestellten Körnchen, dann mit noch ungespaltenen, kurzen, endlich mit langen, gespaltenen Stäbchen besetzt, bis zuletzt das Längenwachsthum derselben durch eine neu auftretende, horizontale Schicht, die sich von unten her an sie anlegt, begrenzt wird. Hiemit ist aber die Bildung der Stäbchen noch nicht vollendet, sondern es stellt sich, statt des beschränkten Längenwachsthums, das in die Breite ein, wesshalb an grösseren Schalen die ältesten Stäbchen immer die breitesten sind. — Was die Rückenschicht der Schale anbelangt, so ist von deren Kalktheil bei den Embryonen sicherlich keine Spur vorhanden; dagegen glaube ich in einer Schicht spindelförmiger, im Auswachsen in Fasern begriffener Zellen die ersten Spuren ihrer Fasermembran gesehen zu haben. Dieselben lagen gerade über der Schale, waren

0,0015—0,003‴ gross und den Embryonalzellen gleich, nur dass die Kerne selten vorhanden waren, sondern einem mehr homogenen, dichten Inhalte Platz gemacht hatten.

Vergleicht man nun die embryonalen mit den späteren Schalen, so ist es, wie mir scheint, nicht schwer anzugeben, wie die einen aus den anderen entstehen. Wenn die Membran der Rückenschicht gebildet ist, bekömmt sie auf beiden Seiten ihren Kalküberzug und verwächst mit der Bauchschicht; diese setzt inzwischen eine Schicht nach der andern an, deren vom Rundlichen ins Längliche übergehende Gestalt der ganzen Schale eine gezogenere Form gibt, und füllt sich in den Zwischenräumen ihrer Schichten erst mit Stäbchen, die, indem sie immer mehr in die Breite sich ausdehnen, zuletzt an einander stossen und die gebogenen Blättchen der Schalen alter Thiere darstellen, an denen ebenfalls, wie an den Stäbchen, eine regelmässige Querstreifung sichtbar ist. Schwieriger ist es, anzugeben, durch welche Vorgänge die regelmässige Structur der Schale bedingt wird. Kalksecernirende Drüsen, wie man sie bei den erwachsenen Sepien angenommen hat, finden sich bei Embryonen keine; man sieht sich daher ganz auf das einfache Zellenleben beschränkt. Vielleicht könnte man nicht mit Unrecht einer Schicht mosaikartiger, kleiner, dicht unter der Schale liegender Embryonalzellen mit Kernen, zwischen denen noch in einer feinkörnigen Masse Reste der secundären Zellen zu sehen sind, einen grossen Antheil an der Bildung derselben zuschreiben; es liesse sich annehmen, dass, wenn dieselben alle secerniren, eine ganze Lage, wenn nur einzelne oder wenige, die Stäbchen der Bauchschicht sich ablagern; das Wachsthum der letzteren in der Breite, und der ersteren in der Dicke, müsste durch die Annahme erklärt werden, dass fortwährend eine mit Kalk getränkte Flüssigkeit die Schale durchziehe und ihre festen Theile zur Vergrösserung der schon gebildeten ablagere. Möglicherweise könnten aber auch physicalisch-chemische Vorgänge bei der Bildung der Schale im Spiele sein und ein eigenthümliches Anschiessen einer mit erdigen Theilen getränkten Flüssigkeit bedingen.

2. Muskeln.

Meine Beobachtungen über die Entstehung einiger Muskeln habe ich schon oben angeführt, ich will daher hier nur von der Entstehung des Muskelgewebes handeln. Untersucht man ungefähr in der Mitte des Embryolebens den Trichter oder dessen Muskeln, die zu diesem Zwecke am geeignetsten sind, in Bezug auf feinere Structur, so findet man in ihnen die bekannten Furchungszellen mit Embryonalzellen und deren Kernen, wie in fast allen anderen Theilen; später trifft man dieselben spindelförmig und an einer oder beiden Seiten in Fasern ausgewachsen, mit noch runden Embryonalzellen; endlich zeigen sich nichts als Fasern mit länglichen Zellen, die immer noch ihre Kerne besitzen. Dieser Vorgang des Auswachsens von Zellen in Fasern ist zu bekannt, als dass ich länger dabei verweilen sollte; wichtiger ist die Natur der Fasern und die Rolle, die die Embryonalzellen spielen. Erstere

weiss ich nicht besser als mit den glatten Muskelfasern höherer Thiere zu vergleichen: sie sind gerade, nur wenig geschlängelt, mässig dunkel und platt, an ihren Enden 0,001 bis 0,002‴, in der Mitte, wo die Embryonalzellen sitzen 0,003—4‴ breit; ihre Substanz ist meist ganz homogen, seltener, besonders an den Enden, undeutlich, streifig, auch wohl in 2—3 Fibrillen zerspalten. Die anfangs runden Embryonalzellen werden mit der Verlängerung der Fasern immer länger, zugleich in ihrem Umrisse undeutlich, zuletzt schwinden auch die Kerne, und das Ganze löst sich in eine körnige, unregelmässige Masse auf. An allen Muskeln der Embryonen finden sich diese Ueberreste der Embryonalzellen in grosser Zahl als dunklere Streifen von 0,008—0,012‴ Länge und 0,003—4‴ Breite und bilden sammt einer etwas grösseren Breite der Fasern fast das einzige Merkmal, das die Muskeln der Embryonen von denen der erwachsenen Thiere unterscheidet, an denen man nur in seltenen Fällen Reste der Embryonalzellen antrifft. Essigsäure wirkt in der Weise auf die Muskelfasern der Embryonen ein, dass sie die Fasern sehr blass und undeutlich macht, die länglichen Embryonalzellen dagegen nicht angreift.

3. Knorpel.

Sepia und Loligo besitzen viele, aus wahrer Knorpelsubstanz gebildete Theile, nämlich den *Kopfknorpel*, der die Haupttheile des Nervensystems, das Gehör und einen Theil der Augen umfasst, ferner den unter dem Munde, an der Basis des ersten und zweiten Armpaares, gelegenen *Armknorpel*, die beiden *Schlossknorpel* am Trichter, zwei *Nackenknorpel*, von denen der obere im Mantel, dicht unter dem vorderen Ende der Schale, der untere dicht unter ihm, auf der Rückenseite der Leber liegt, zwei *Flossenknorpel*, an welche die Muskel der Flossen sich ansetzen, und zwei kleine, längliche, platte, unter dem hinteren Ende der grossen Anhangdrüse der weiblichen Geschlechtstheile bei Sepia gefundene *Bauchknorpel*. Ob der Mantelfortsatz, der in den Schlossknorpel greift, bei grossen Sepien Knorpelsubstanz enthält, weiss ich nicht; bei kleineren, bis zu 4‴ Länge, fand ich keine, wohl aber bei Sepiola Rondeleti. Die Zunge, sammt ihren Anhängen, und die Kiefer bestehen nicht aus Knorpelgewebe.

Was ich über die Entwickelung dieser Theile gesehen habe, ist Folgendes: Die Schlossknorpel sind von allen die ersten, die, wie ich oben schon zeigte, in frühester Zeit ihre eigenthümliche Gestalt annehmen, und am Ende des Embryolebens, nachdem sie mit der Ausbildung des Trichterkanales eine Ortsveränderung erlitten, nur an Grösse, nicht aber an Gestalt und Lage von ihrem späteren Verhalten verschieden sich zeigen. Nächst diesen ist es der Kopfknorpel, der am frühesten von den übrigen Theilen sich sondert. Um die Mitte des Embryolebens, wenn der Embryo noch zweimal kleiner ist, als der Dottersack, findet man im hinteren Kopflappen, zu beiden Seiten des hier schmalen, inneren Dottersackes, eine rundliche, scharf umschriebene Masse, welche in Sepia, namentlich aber an den durchsichtigen Loligoembryonen sehr leicht zu beobachten ist. Mit der Verengerung des inneren Dottersackes

rücken dieselben einander immer näher, schmelzen auf Bauch- und Rückenseite zusammen, indem sie Dottersack und Oesophagus zwischen sich fassen, und stellen dann einen auf der Rückseite viel dickeren und höheren Ring dar; endlich sondern sie sich bei den ältesten Embryonen in einen centralen und peripherischen Theil, wovon jener zu den beiden Ganglienmassen des Schlundringes, dieser zum Kopfknorpel, mit Ausnahme der Ohrkapseln, deren besondere Entstehung ich später besprechen werde, sich gestaltet.

Was die übrigen Knorpel betrifft, so sah ich von den Arm-, Flossen- und Bauchknorpeln in erwachsenen Embryonen noch keine Spur, und fand die Nackenknorpel nur histologisch, nicht aber morphologisch angedeutet; der Fortsatz des Mantels zum Schlossknorpel dagegen, der vielleicht auch bei Sepia in sehr späten Zeiten Knorpelsubstanz enthält, zeigte sich an Embryonen, die dreimal kleiner waren, als ihr Dottersack, schon sehr deutlich, und wurde mit der Zeit immer vorspringender und grösser.

In Betreff des Knorpelgewebes muss ich, bevor ich von dessen Entwickelung rede, erst über das der erwachsenen Thiere etwas sagen. Dasselbe enthält Knorpelhöhlen und eine verschiedenartige Grundsubstanz. Erstere sind mannigfach gestaltet, im Allgemeinen rund oder länglich, von 0,008—0,013‴ Durchmesser, mit scharfen Umrissen, doch, so viel man zu sehen vermag, von keiner Membran bekleidet, nicht selten durch eine zarte Scheidewand in zwei Höhlen getheilt und enthalten ein oder zwei Körperchen, die den Kernen der in den Knorpelhöhlen höherer Thiere liegenden Zellen entsprechen. Diese sind, je nach der Gestalt der Knorpelhöhlen, rund oder länglich, bieten das Ansehen von Zellen dar und erfüllen die Höhlungen mehr oder weniger, so dass bald nur ein schmaler, bald ein breiterer, lichter Raum zwichen den Grenzen beider übrig bleibt; fast alle enthalten einen kleinen, dunkeln, runden Kern von 0,0005—1‴ Grösse und Körner, die bald gleichmässig vertheilt und von derselben Grösse sind, bald verschieden gestaltet und hie und da zu dunkleren Massen vereinigt getroffen werden, in welchem letzteren Falle dann gewöhnlich die Kerne nicht mehr zu sehen sind. Die Grundsubstanz ist entweder feinkörnig, fast homogen, blass und ins Gelbliche spielend, oder faserig mit Fasern, die, ähnlich denen der Muskeln, nur leicht geschlängelt verlaufen, jedoch weniger regelmässig zu grösseren oder kleineren Bündeln vereinigt und von blasser Färbung sind. Die homogene, sowie die faserige Grundsubstanz sind in verschiedener Menge vorhanden, so dass bald die Knorpelhöhlen dichtgedrängt, bald in grossen Zwischenräumen zerstreut liegen, Verhältnisse, die man theils bei Vergleichung einzelner Stellen eines und desselben Stückes, theils verschiedener Knorpel auffindet.

Die Entwickelung dieses Gewebes ist schwierig zu verfolgen, besonders darum, weil die dazu gehörigen Theile lange Zeit hindurch morphologisch nicht gesondert sind, und man dessnahen nie recht sicher ist, ob man wirklich das, was später zu Knorpel wird, vor sich hat. Ueber die ersteren Zustände kann ich nur so viel sagen, dass auch hier secundäre Zellen, sammt ihren Embryonalzellen, die Grundlage des Gewebes bilden, und muss es unbe-

stimmt lassen, in wiefern dieselben nach und nach von der analogen Grundlage anderer Gewebe sich unterscheiden und wie aus ihnen die eigenthümliche Structur der Knorpel der ältesten Embryonen hervorgehe. Hier fand ich in Kopf-, Ohr- und Nackenknorpeln eine fast homogene, feinkörnige Grundmasse, mit runden oder länglichen Zellen, von 0,0045 bis 0,009‴ Durchmesser, die, abgesehen von ihrer Grösse, den Embryonalzellen, die sich jetzt noch in sehr vielen Gebilden vorfanden, auf ein Haar glichen, indem sie, wie diese, eine zarte Membran, und als Inhalt einen kleinen, dunkeln Kern und blasse Elementarkörnchen enthielten; nur waren letztere sparsamer vorhanden und die Zellen dessnahen von blasserem Aussehen. Diese Zellen waren an einigen Orten dicht gelagert, berührten sich jedoch selten, an anderen mehr zerstreut, niemals aber in dem Grade, wie man es später an einigen Stellen bei den Knorpelhöhlen findet. Wenn man demnach nicht bezweifeln kann, dass diese Zellen reifer Embryonen wahre Embryonalzellen sind, so scheint es mir, könne man sich die erste Entwickelung der Knorpel so denken, dass die secundären Zellen des primitiven Knorpelgewebes sich auflösen und eine homogene, feinkörnige Grundmasse darstellen, die Embryonalzellen dagegen bleiben, unter dem Verbrauche ihrer Körner an Grösse zunehmen und zu den beschriebenen, blassen Zellen sich gestalten. Wie diese ersten Knorpelzellen zu den späteren Knorpelhöhlen sich umbilden, ob beide identisch und die Höhlen als die ursprünglichen Zellen, deren Wände mit der Intercellularsubstanz verschmolzen zu betrachten seien, in welchem Falle man die in denselben enthaltenen Kernzellen als junge Brut derselben ansehen könnte, wie ferner die Fasern der reifen Knorpel sich bilden, das muss ich aus Mangel an jungen Sepien, an denen ich die Uebergänge hätte studiren können, unbeantwortet lassen.

4. Nerven.

Nur von wenigen Theilen dieses Systems lässt sich während der Dauer des Eilebens die Entwickelung verfolgen, nämlich von dem oberen Ganglion des Schlundringes, dem unteren Mund- und dem Magenganglion, den Augen- und Mantelganglien; alle kleineren Ganglien und die Nerven sind entweder noch nicht gebildet, oder doch nur in der ersten Anlage vorhanden, so dass sie dem forschenden Blicke noch durch keine Eigenthümlichkeit sich bemerklich machen.

Das *obere Schlundganglion* lässt sich erst dann mit Sicherheit erkennen, wenn auch der Kopfknorpel morphologisch gebildet ist, d. h., in den reifen Embryonen, und stellt dann einen dreieckig-rundlichen, platten Knoten dar, der weiter keine Eigenthümlichkeiten erkennen lässt und im Verhältnisse zur Masse des Kopfes so ziemlich dasselbe Verhalten zeigt, wie in erwachsenen Thieren. Wahrscheinlich bildet er sich, wie der Kopfknorpel, aus zwei ursprünglich getrennten Hälften; denn man darf wohl annehmen, dass die secundären Zellen, aus denen er später besteht, nicht erst am Ende des Eilebens ganz neu hervortraten,

sondern schon von früheren Zeiten herrührten, obschon sie vor der morphologischen Sonderung des Hirns nicht als Nervenzellen erkannt werden konnten.

Die *Augenganglien* lassen sich an Embryonen, die dreimal kleiner sind als ihr Dottersack, besonders leicht an denen von Loligo zum ersten Male erkennen; sie stellen zwei grosse, rundliche, innerhalb und nach hinten von den Augen, zwischen denselben und dem Kopfknorpel gelegene Massen dar, die, so scheint es, ganz und gar in den hinteren Kopflappen liegen. Anfangs sind sie nur wenig grösser als die Augen, nehmen aber bald an Umfang zu, dehnen sich nach der Bauchseite aus und gewinnen eine bestimmtere Gestalt, so dass sie bei reifen Embryonen mehr als zweimal die Augen an Grösse übertreffen und, wenn man die Arme nicht in Anschlag bringt, fast zwei Drittheile der Masse des Kopfes betragen; ferner nehmen sie nun die Seitentheile des Kopfes vollständig ein, ragen weit über die Gehirnkapsel nach vorn, bis an die Gehörbläschen nach unten, liegen mit ihren convexen, inneren Seiten in den Augenhöhlen des Kopfknorpels und nehmen in einer Concavität des vorderen Theiles ihrer äusseren Fläche die Augen und deren Fettmassen auf. Die Nerven, die von ihnen in die hintere Wand des Auges treten, sind auch an reifen Embryonen nicht gebildet, und das Auge ist nur durch die beiden gemeinsamen Hüllen an dem Ganglion befestigt und liegt sonst ganz lose an demselben an.

Um dieselbe Zeit, wie die Augenganglien, nimmt man auch die *Mantelganglien* wahr, als zwei, im Winkel zwischen den vorderen und hinteren Trichtermuskeln gelegene, runde, platte Knötchen, die am Ende des Embryolebens eine, im Verhältnisse zu später, recht bedeutende Grösse erreichen.

Von dem *unteren Mundganglion* (*Brand*, XXXII, Fig. 23, c.), ganglion sousbuccal von *Van Beneden* (Exercices zootom. I, pag. 16) und dem Magenganglion, ganglion gastrique *Van Beneden*, weiss ich nichts weiter als das anzugeben, dass sie bei reifen Embryonen vorhanden sind.

In Betreff der Entwickelung des Nervengewebes habe ich nur über die Nervenfasern einige Beobachtungen gemacht. Noch in der Mitte des Embryolebens, und darüber hinaus, bestehen die Augen- und Mantelganglien, die man am besten zur Untersuchung wählt, aus nichts als Furchungszellen mit Embryonalzellen und deren Kernen, die bei jenen 0,0025 bis 35‴, bei diesen 0,004—5‴ messen. Später findet man sehr viele derselben im Begriffe in Fasern auszuwachsen, und zuletzt trifft man einzelne Nervenfasern mit stellenweise eingestreuten Resten der Embryonalzellen, an denen bald die Kerne noch sichtbar, bald verschwunden sind. Demnach würden die Nerven auf dieselbe Weise sich entwickeln, wie die Muskeln. Immer aber findet man selbst an den ältesten Embryonen noch eine Masse von secundären Zellen, die theils unverändert, theils auf den ersten Stadien des Auswachsens begriffen sind. In den Mantelganglien fand ich noch überdiess grössere derselben von 0,005—6‴, die manchmal einen ganz kurzen und dicken Fortsatz besassen.

Wenn diess etwa junge Ganglienkugeln gewesen sein sollten, so würde man annehmen müssen, dass die secundären Zellen zu der eigentlichen Zelle der Ganglienkugel, die Embryonalzellen und deren Kerne zum Kern und Kernkörperchen derselben sich gestalten. Die Nervenfasern der erwachsenen Sepien sind übrigens von denen der höheren Thiere wesentlich verschieden und stellen feine, granulirte, gerade verlaufende, in verschieden dicke Bündel vereinigte Fasern dar, die durchweg gleichgebildet sind und von Unterschieden zwischen Inhalt und Hülle nichts zeigen.

5. Gefässsystem.

a) Herzen.

Von den *Kiemenherzen* und dem *Aortenherz* habe ich schon im vorigen Abschnitte erwähnt, dass sie in derjenigen Hälfte des Keimes, die später zur Bauchseite wird, aus dem an der Basis der Kiemen gelegenen Blasteme sich bilden und anfangs vollkommen geschlossene, hohle Säcke darstellen. Ueber die weiteren morphologischen Veränderungen bemerke ich, dass bald nach dem Erscheinen der Kiemenherzen auch die zwei rundlichen Anhänge derselben wahrgenommen werden und die Vergrösserung aller drei Centralorgane langsam vor sich geht. In den reifen Embryonen sind die Kiemenherzen rund, von 0,33‴ Diam., deren Anhänge ebenfalls rund, 0,088‴ breit; das Aortenherz, das gerade im Einschnitte zwischen den zwei Lappen des im Mantelntheile liegenden Abschnittes des inneren Dottersackes liegt, hat noch nicht die Gestalt, die es bei erwachsenen Thieren zeigt, sondern ist eine einfache Erweiterung der linken Kiemenvene, die keine circumscripte Form zeigt. Alle Herzen stehen nun mit den Hauptstämmen der Gefässe in Verbindung und sind in voller Thätigkeit begriffen, zu deren Beobachtung vorzüglich die hellen Loligoembryonen geeignet sind.

Die Structur der Herzen zeigt anfangs wenig Eigenthümliches. Secundäre Embryonalzellen von 0,006‴, die primäre Embryonalzellen sammt deren Kernen in sich enthalten, bilden einzig und allein die Wandungen derselben, die übrigens an ihrer dem Mantel zugewendeten Seite von einer Lage pflasterförmiger Epitheliumzellen bekleidet werden. Später findet man wenige dieser grösseren Zellen mehr, fast nur solche von 0,0025—35‴, sonst gleich beschaffene und neben denselben welche, die in Fasern auszuwachsen beginnen. An reifen Embryonen haben die Herzen augenscheinlich faserige Structur, doch sind, wie in allen übrigen Fasergebilden des Embryos, die primären Embryonalzellen in der Mitte der Fasern noch überaus deutlich vorhanden.

Ueber die Entstehung des Blutes und der Blutkörperchen weiss ich wenig zu berichten, da die Kleinheit der Embryonen der Untersuchung fast unüberwindliche Hindernisse setzt. An Sepia sah ich zur Zeit, wo die Herzen noch geschlossen und keine Gefässstämme wahrzunehmen waren, in der Höhlung derselben eine helle Flüssigkeit, in der eine gewisse

Zahl denen der Herzwandungen ganz gleich gebildeter Zellen flottirten und durch das Spiel der Herzen rastlos bewegt wurden; bei Loligo, wo ich an fast reifen Embryonen den Blutlauf in der Hohlvene und Aorta beobachtete, war das Blut blassröthlich und enthielt runde Körperchen in geringer Zahl, deren Grösse und näheres Verhalten ich nicht weiter ermitteln konnte. Sind nun jene Zellen der noch geschlossenen Herzen die anfänglichen Blutzellen, wie es den Anschein hat, so frägt sich, wie aus denselben die Blutkörperchen der erwachsenen Thiere, die wir durch *R. Wagner* als runde, helle Bläschen von ziemlich varirender Grösse kennen, entstehen. Bei Coregonus palaea *) und Alytes obstetricans **) bilden sich, nach *Vogt*, die Blutkörperchen dadurch, dass die Hülle der anfänglichen Blutzellen schwindet und deren Kern, oder die in demselben eingeschlossene Zelle, frei wird und später wieder einen Kern in sich erzeugt; sollte nun diese Beobachtung auch bei den Cephalopoden ihre Gültigkeit haben, so würden hier die Blutkörperchen nichts anderes als die durch Auflösung der secundären oder Furchungszellen freigewordenen, primären Embryonalzellen sein, deren kleine Kerne resorbirt worden wären.

b) Gefässe.

Die Gefässe, die ich an den reifsten Embryonen bemerkte, und deren Entstehung, war folgende:

Die *vordere Aorta* (aorta posteriore *Delle Chiaie*, Memorie, 2te Ausg.) sah ich zum ersten Male in Embryonen, die so gross waren, wie ihr Dottersack; sie lag auf der Rückseite des Embryos in der zwischen den beiden Rückenlappen des inneren Dottersackes gelegenen Rinne, deren Beschreibung später folgt, gab in der Mitte ihres Verlaufes zwei, unter einem rechten Winkel an den Rücken des Mantels abtretende Stämme ab (rami pel sacco musculoso, *D. Ch.*) und liess sich längs des Oesophagus nach vorn bis an die Stelle verfolgen, wo derselbe in den Kopfknorpel eintritt. An den ältesten Embryonen war die Aorta nicht mehr sichtbar, wenn man vom Rücken her bis auf den inneren Dottersack drang, da sie jetzt, in Folge des Wachsthumes der beiden Rückenlappen desselben, in die zwischen denselben befindliche Spalte zu liegen gekommen war, woselbst sie mit einer, nach hinten gerichteten Biegung immer neben dem Oesophagus ihren Lauf nach dem Kopfknorpel hin nahm, nach Abgabe der zwei Manteläste in den Kanal desselben eindrang, in zwei Aeste, die sich wieder vereinigten (quadrato aortico, *D. Ch.*), spaltete, und die zwei Augenarterien absandte.

Die *hintere Aorta* (aorta anteriore, *D. Ch.*) nahm ich erst an reifen Embryonen wahr.

---

*) Embryologie des Salmones, pag. 203 sqq.

**) Entwickelung von Alytes, pag. 70 sqq.

Sie theilte sich nach kurzem Verlaufe in drei Stämme, von denen zwei (arterie laterali, *D. Ch.*), mit den hinteren Mantelvenen verlaufend, unter einem rechten Winkel nach aussen an den Mantel abgingen, die dritte (arteria mediana, *D. Ch.*) zwischen den hinteren Lappen des Dottersackes, auf deren Bauchseite nach hinten verlief, einige Stämmchen abgab und, wie es schien, an die Spitze des Mantels trat.

Die *beiden Kiemenvenen* und *Arterien*, d. h., ihre Hauptstämme, sah ich um dieselbe Zeit, wie die Aorta; erstere besassen schon ihre Anschwellungen (seni, *D. Ch.*), die, abweichend von dem späteren Verhalten, nicht vor, sondern über den Kiemenherzen lagen.

Von den übrigen Venen sah ich nur die *Hohlvene* (v. cava, *D. Ch.*) und die beiden *hinteren Mantelvenen* (v. palleari posteriore, *D. Ch.*), sammt den an beiden sitzenden *schwammigen Körpern* oder *Venenanhängen*. Letztere erscheinen gegen das Ende des Eilebens als eine hufeisenartig gekrümmte, unter dem Tintenbeutel und dem Rectum auf der Bauchseite gelegene Masse, deren dickere Mitte mit der Convexität nach vorn, die dünneren Schenkel gerade nach hinten gerichtet sind. In das vordere Ende dieser Masse senkt sich die Hohlvene ein, die, vom Kopfe herkommend, auf der Bauchseite des Dottersackes nach hinten läuft; aus deren Seitentheilen treten die zwei, für jedes Kiemenherz bestimmten Aeste derselben, und in die Spitze der Schenkel münden, unter einem rechten Winkel, die von den hinteren Seitentheilen des Mantels kommenden hinteren Mantelvenen. Die Venenanhänge erleiden bis ans Ende des Embryolebens noch einige unbedeutende Veränderungen in ihren Verhältnissen zum inneren Dottersacke, deren Grund nicht in ihnen selbst, sondern im Wachsthume des letzteren zu suchen ist. Anfangs nämlich reichen sie bis in die Mitte der hinteren Lappen des Dottersackes, und die hinteren Mantelvenen verlaufen über die Lappen hin; nachher liegen die Venen in der Rinne zwischen der Hauptmasse des inneren Dottersackes und dessen hinteren Lappen, und die Anhänge reichen nur bis an diese Lappen zu. Den Stamm der vena cava verfolgte ich bis in den Kopf, und sah noch die Spaltung desselben in die zwei Augenvenen; weitere Verzweigungen entgingen mir, wie an den anderen Venen, gänzlich.

Kapillargefässe sieht man, bei mikroskopischer Untersuchung einzelner Theile der Embryonen, in grosser Menge. Am schönsten und zahlreichsten fand ich sie bei Sepia in dem unter den Pigmentflecken des Mantels liegenden Zellgewebe, in der faserigen Membran, die die innere Fläche des Mantels bekleidet, endlich in den die hinteren und Rückenlappen des inneren Dottersackes umgebenden, dünnen Blastemschichten. Die Gefässe der letztgenannten Theile scheinen für die Ernährung des Embryos eine wichtige Rolle zu spielen, und müssen, wenn man sie auch nicht Dottersackgefässe nennen kann — denn die aus Pflasterzellen gebildete Membran des inneren Dottersackes ist, so wie die des äusseren, gänzlich gefässlos — doch in Bezug auf ihre Thätigkeit denselben gleichbedeutend gehalten werden, da ihnen höchst wahrscheinlich von dem Augenblicke an, wo ein vollkommener Kreislauf

sich organisirt hat, die Aufnahme und Assimilation des Dotters, der, wie wir nachher sehen werden, nie in den Darmkanal übergeht, aufgetragen ist.

Die Entwickelungsgeschichte der Gefässe, einer der schwierigsten Puncte der Embryologie, ist trotz den Beobachtungen der besten Forscher noch nicht hinlänglich aufgehellt. Während die Einen mit *Schwann* zur Annahme der Entstehung der Kapillaren aus Zellen sich hinneigen, und *Vogt*, gestützt auf Coregonus palea, in Uebereinstimmung mit den älteren Forschern, für ihre Entstehung als Intercellulargänge sich ausgesprochen hat, weiss man über die Bildung der grösseren Gefässe überhaupt noch gar nichts. Meine Untersuchungen an Sepia nun ergeben, wenn auch nicht mit Gewissheit, doch mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass die Bildung der feineren und feinsten Gefässe, und vielleicht auch die der Stämme, auf dieselbe Weise vor sich geht, wie *Schwann* es will, und sind auf folgende Gründe gestützt:

1) Ist die Form der Kapillaren von Sepia der Abbildung, die *Schwann* aus der Erinnerung von denen der Keimhaut des Hühnchens gegeben hat, durchaus und völlig gleich, und von der der Gefässnetze erwachsener Thiere, wie man sie durch Injectionen darzustellen vermag, ganz verschieden. Es sind unregelmässige, meist drei- bis viereckige Räume, die durch Aeste, die sie ausschicken, mit einander in Verbindung stehen und ein zusammenhängendes Geflecht darstellen, dessen Maschen meist drei- oder viereckige Gestalt und eine Breite von 0,024—0,048‴ besitzen. Die Aeste, deren je 2—4 von jeder Erweiterung ausgehen, haben einen verschiedenen Charakter, im Allgemeinen den, dass sie rasch sich verschmälern, in der Mitte am dünnsten sind, und ebenso rasch wieder zunehmen, seltener in ihrer ganzen Länge dieselbe oder fast dieselbe Breite besitzen. Ihr Durchmesser ist verschieden; von der grössten Feinheit, so dass kaum noch zwei Linien sie begrenzten, sah ich deren bis auf 0,006—8‴, im Mittel jedoch maassen sie 0,002 bis 4‴; die Breite der weiteren Räume war nach der Zahl der abgehenden Aeste verschieden und betrug 0,004 — 0,016‴. Die Zusammensetzung der Aeste und Räume anbelangend, so unterschied man an denselben, da, wo sie in ihrer vollen Eigenthümlichkeit erschienen, keine Höhlungen und Kanäle, keine Membranen, sondern nur eine feinkörnige, an ihren Grenzen vom umliegenden Gewebe scharf abgeschnittene, mit ziemlich dunkeln Begrenzungen versehene Masse, in der stellenweise, jedoch sparsam, mehr oder weniger deutliche Reste von primären Embryonalzellen sichtbar waren; an den Aestchen unter 0,002‴ waren auch keine Körner mehr, sondern nur blasse, homogene Masse zu sehen. An anderen Orten jedoch, besonders da, wo die Aeste gleichmässige Breite besassen, und auch an den weiteren Räumen war nicht zu verkennen, dass man es mit Kanälen zu thun hatte, die zarte Membranen und als Inhalt feinkörnige Masse, und da und dort Embryonalzellen, jedoch meist ohne Kerne, enthielten. Blinde Endigungen der Aeste sah auch ich ein paar Male, wie *Schwann*, legte aber wenig Gewicht darauf; denn wie

hätte man bei so zarten Objecten entscheiden sollen, ob es gerissene Aeste waren oder nicht?

2) Sah ich an grösseren, gleichmässig weiten, wenig verästelten Gefässstämmchen von 0,005—6‴ Breite, dass sie aus einer dünnen Membran bestanden, an der hie und da, scheinbar in unbestimmten Zwischenräumen, bald nach innen, bald nach aussen vorspringende, rundlich längliche Körper gelagert waren, die, wie man an einigen Orten, wo dieselben und die Membran der Gefässe getrennt zu unterscheiden waren, mit Bestimmtheit sah, der Innenwand derselben anlagen. Diese Körper nun, die bald fein-, bald schwach grobkörnig waren, konnte Jemand, der mit den bei der Entwickelung der Gewebe der Sepien vor sich gehenden Metamorphosen der primären Embryonalzellen vertraut war, unmöglich für anderes als Ueberreste von solchen halten.

3) Die Kiemenvenen meiner ältesten Sepien waren sehr einfach gebaute Kanäle von 0,014‴ Breite, die aus zwei Membranen bestanden. Die innere derselben war homogen und zart, ohne Spur von anliegenden Resten primärer Zellen; die äussere, kaum schon eine Membran zu nennen, erschien eigentlich nur als ein spärlicher Ueberzug von Fasern, die den sich entwickelnden Muskelfasern vollkommen glichen und nicht einmal Eine vollkommen die innere Hülle umgebende Schicht bildeten, sondern bedeutende Lücken zwischen sich liessen. An allen diesen, der Länge des Gefässes parallel gerichteten Fasern fanden sich Anschwellungen mit sehr deutlichen Ueberresten der primären Embryonalzellen.

4) Die Aorta der nämlichen Embryonen bestand aus derselben, inneren, structurlosen Haut, ohne Spur von primären Zellen, und einer dicken, gewiss doppelten Schicht von Fasern, die den soeben beschriebenen ganz gleich waren.

Diesen Beobachtungen zufolge kann man die Entstehung der Gefässe folgendermassen sich denken. Die Kapillargefässe und kleinen Gefässstämmchen bilden sich aus secundären Zellen, dadurch, dass dieselben nach 2—4 Seiten hin Fortsätze ausschicken, die zusammenstossen, ein unregelmässiges Netz bilden und allmälig zu hohlen, gleichmässigen Kapillaren sich umwandeln, indem die Zellmembranen zur Wandung der Röhren, der Zelleninhalt zum primitiven Blut sich gestaltet. Ob bei diesem Vorgange die primären Zellen sich auflösen, sammt dem Inhalte der secundären jene feinkörnige Masse darstellen und endlich ganz vergehen, oder ob nicht vielmehr diese Zellen alle oder grösstentheils zu den ersten Blutzellen werden, wage ich nicht zu bestimmen. Auf ähnliche Weise würde die innerste Haut der grösseren und grössten Gefässstämme durch Verschmelzung reihenweise hinter einander gelagerter Zellen hervorgehen, während die Faserhäute derselben, einer Anlagerung des umliegenden Blastems um die primitive Gefässhaut entsprechend, den Zellgewebescheiden der Nerven, Muskeln, Ganglienkugeln, Haare u. s. w. ihren Ursprung zu verdanken hätten.

Nach diesem würden also Alle Gefässe, von den kleinsten bis zu den grössten, ursprünglich durch Verschmelzung secundärer Zellen entstandene Kanäle sein, eine Annahme, die, in Erwägung der nachherigen, so bedeutenden Structur- und Grössenverschiedenheiten, beim ersten Anblicke sehr gewagt erscheinen muss. Wenn man aber weiss, dass bei Sepia die grössten Stämme reifer Embryonen nur zweimal breiter sind als die Zellen, aus denen sie hervorgehen sollen, so fällt schon eine grosse Schwierigkeit weg, und man darf wohl annehmen, dass sie beim Entstehen keine grössere Breite, als die der secundären oder Furchungszellen hatten, d. h. etwa 0,006‴, dann aber rasch eine bedeutendere Grösse erreichen. Vielleicht geht auch später die ursprüngliche, einfache Gefässhaut, die wohl der Ausdehnung weniger fähig ist, verloren, und die Gefässe können dann durch Erzeugung neuer Fasern zwischen den schon bestehenden rasch eine bedeutende Weite gewinnen; doch wird sich diess kaum a priori, nur durch Untersuchung der Gefässe grosser Sepien, die ich leider nicht vornehmen konnte, nachweisen lassen, denn bekanntlich können auch thierische, noch mehr aber Pflanzenzellen, nicht blos durch Ausdehnung, sondern durch eigentliches Wachsthum eine ungemeine Grösse erreichen; so bestehen nach *Dr. Nägeli* Caulerpa, Acetabulum und andere Algen, aus einer einzigen ungeheuren Zelle. — Die Beobachtungen anderer Forscher scheinen mir ebenfalls die Entwickelung der Kapillaren aus verschmolzenen Zellen sicher zu machen, namentlich die bekannten von *Schwann*, *Valentin* und *Henle* *); obschon *Reichert* und *Vogt* **) Beobachtungen veröffentlicht haben, die das Gegentheil beweisen sollen; allein auch denen des letzteren kann ich noch lange keine vollkommene Beweiskraft zuschreiben, wenn sie schon weit bestimmter sind, als die von *Reichert*. Für die Entstehung der grösseren Gefässe, wie sie nach meinen Untersuchungen sich ergibt, weiss ich nur eine fremde Beobachtung anzuführen, nämlich die *Henle*'s ***), dass an Gefässen, die schon drei Schichten besitzen, die structurlose Haut der Kapillaren noch wahrgenommen wird.

Ich erlaube mir noch eine Bemerkung über die Structur der Venenanhänge. An den reifen Embryonen bestanden dieselben fast durch und durch aus eigenthümlichen, wahrscheinlich öl- oder fettartigen Körperchen von unregelmässiger Gestalt und unbestimmter Grösse, die ich sonst in keinen Embryonaltheilen antraf; meist waren es eckige, keilförmige oder längliche Stäbchen, bis zu 0,005‴ Länge, oder runde und eckige Kügelchen von 0,003‴ bis zu unmessbarer Kleinheit. Alle waren so dunkel und homogen, dass ich sie erst für Kalkconcremente hielt; die Prüfung mit Säure zeigte aber bald, dass dem nicht so sei, und ich konnte sie, nachdem ich von ihrer organischen Natur überzeugt war, für

*) Allgemeine Anatomie, pag. 491, sqq., 526, sqq.
**) Embryologie des Salmones, pag. 205.
***) Allg. Anat., pag. 92, 93.

nichts anderes als Fett halten. Ob die Venenanhänge von einer besonderen Membran umschlossen werden, und in welchen Verhältnissen sie bei reifen Embryonen zu den Gefässen stehen, konnte ich nicht ermitteln; dagegen habe ich gesehen, dass sie aus den bekannten Embryonalzellen hervorgehen. In den jüngsten Venenanhängen nämlich traf ich eine gute Zahl solcher unveränderter Zellen, aber keine einzige secundäre an; andere Embryonalzellen zeigten an dieser oder jener Stelle ihres Umkreises eine Verdickung oder Umwandlung in eine dunkle Masse, so dass hier die Membran nicht mehr unterschieden werden konnte; noch andere waren ganz zu dunklen Ringen mit heller Mitte geworden, und zeigten hie und da durch Einbiegungen eine Neigung zum Zerfallen; endlich fanden sich kugelige Conglomerate der soeben beschriebenen Körperchen, so dass ich mich für überzeugt halten musste, dass die Zellen der Venenanhänge durch Umänderung ihrer Substanz und nachheriges Zerfallen in die fettartigen Molecüle übergehen. Die Bedeutung dieser Vorgänge für die Blutbildung des Embryos lässt sich wohl ahnen, doch möchte ich nichts mit Bestimmtheit aussprechen.

c) Kiemen.

Von den *Kiemen* habe ich schon oben die erste Entwickelung ausführlich beschrieben und dieselben in einem Momente verlassen, wo sie, bei Sepia wenigstens, mit mehreren Läppchen versehen waren. Ihre weitere Ausbildung bietet wenig Bemerkenswerthes mehr dar. Sie nehmen fortwährend an Grösse zu, neue Läppchen entstehen vor den schon gebildeten in ähnlicher Weise wie die ersten, die primären Läppchen zerfallen in einzelne secundäre, bis endlich bei reifen Embryonen eine Kiemenpyramide, ähnlich der der Erwachsenen, gebildet ist, deren primäre Läppchen 0,072‴, die secundären 0,018‴ breit sind. Was das Gewebe der Kiemen betrifft, so findet man in denselben anfangs secundäre Zellen, sammt ihren Embryonalzellen, später solche mit vielen in der Bildung begriffenen Fasern und Gefässen untermischt.

Ich kann hier die Darstellung, die *Van Beneden* von der Entwickelung der Kiemen und ihrer Gefässe bei Sepiola gibt, nicht unberücksichtigt vorbeigehen lassen. Zwar ist dessen Beschreibung etwas kurz und lässt manches zweifelhaft; um so deutlicher sind aber die Abbildungen. Er beschreibt eine jede Kieme ursprünglich als eine einfache Gefässschlinge, deren einer Theil, nämlich die Kiemenarterien, nachher sich falten und die Kiemenläppchen darstellen, der andere, die Kiemenvene, gerade bleiben soll. Gegen diese Annahme muss ich die gewichtigsten Zweifel hegen, die sich auf die grosse Analogie zwischen Sepia, und namentlich Loligo und Sepiola stützen. Hier ist die Kieme u r a n f ä n g l i c h, und während sie schon mit zahlreichen Läppchen versehen ist, s o l i d, und auch später sind die Gefässe in Bezug auf die Masse der Kiemen überhaupt von geringem Belang; die Läppchen sind einfach Wucherungen des Blastems zu einer Zeit, wo von Gefässen noch keine Rede ist, und von Entstehung derselben aus Gefässschlingen, die sich falten, findet sich keine Spur.

6. Dottersack und Darmsystem.

Bekanntermassen hat schon *Aristoteles* den eigenthümlichen Zusammenhang des Dottersackes der Sepien mit dem Kopfe gesehen, wodurch er sich, so wie der spätere *Cavolini*, zur Annahme verleiten liess, dass der Dottergang mit dem Schlunde communicire. Von den wenigen übrigen Forschern, die in neueren Zeiten diesem Gegenstande sich zuwandten, nehmen *Cuvier* *) und *Van Beneden* **) an, dass der Dottersack mit dem Oesophagus dicht hinter dem Kopfknorpel, und *Carus* ***), dass er neben dem Munde mit dem Schlunde communicire, während *Duges* ****) sich ausspricht, man wisse wohl, dass der Dottergang in den Kopf hineingehe, doch nicht mit welchem Theile er zusammenhänge, und *D. Chiaie* *****) ganz allgemein von dessen Verbindung mit dem Darme redet. Ich selbst ging erst natürlicher Weise bei meinen Untersuchungen von der Voraussetzung der Communication des Dottersackes mit dem Darme aus, auf die nicht blos die Analogie mit so vielen anderen Thieren, sondern auch die Bildung der Leber der Sepien mit Bestimmtheit hinzuweisen schien. Es dünkte mir nämlich unzweifelhaft, dass der im Mantel gelegene, hinten zweizipfelige Theil des inneren Dottersackes, der in einer Furche seiner Rückenseite Speiseröhre und Aorta birgt, die ursprünglich im Verhältnisse zu den anderen Eingeweiden noch sehr grosse Leber sei, so dass ich, ungeachtet ich auch bei den feinsten und sorgfältigsten Zergliederungen reifer Sepienembryonen von einer Verbindung des Dotterganges und Darmes nie eine Andeutung, geschweige denn einen Beweis auffand, sondern gleichsam im Stillen und mich sträubend sagen musste, dass das Verhältniss der Theile ein anderes sei, dennoch nahe daran war, für *Cuvier*'s und *Van Beneden*'s Ansicht ins Feld zu ziehen; allein da entdeckte ich die wahren Lebern, die beiden Gallengänge und deren Verbindung mit dem Darme, die ihrer Kleinheit, eigenthümlichen Lage und Gestalt wegen so lange meinem Messer sich entzogen hatten, und kam durch wiederholte Untersuchungen des inneren Dottersackes zu demselben Erfunde, wie früher, so dass ich nun froh eine meiner inneren Ueberzeugung widersprechende Ansicht ablegen konnte. — Meine Untersuchungen ergeben mir vielmehr, im Gegensatze zu den Beobachtungen und Annahmen aller übrigen Forscher, das bestimmte Resultat, dass kein Theil, weder des inneren, noch des äusseren Dottersackes, zu irgend einer Zeit des embryonalen Lebens, und höchst wahrscheinlich auch später nie, mit welchem Theile irgend es wolle des Verdauungsapparates in Verbindung steht, dass dieser mit allen seinen Anhangsorganen ganz unabhängig aus dem den Dottersack umgebenden Blasteme sich bildet, und

---

*) Annales d. sc. nat. 1832.
**) Mémoires de l'académie de Bruxelles. 1841.
***) Vergleichende Zootomie, 2., pag. 796, 97.
****) Annales d. sc. nat. 1837.
*****) Memorie, 2te Aufl., Bd. I, pag. 40.

nur in sofern von dem Dottersack abhängig ist, als derselbe an der Verflüssigung des in ihm liegenden Dotters, des rohen Nahrungsstoffes des ganzen Embryos Antheil haben mag. Die ausführlicheren Beweise für diesen Ausspruch werden die folgenden Blätter enthalten.

a) Aeusserer und innerer Dottersack.

Von dem früher Gesagten bringe ich das der Erinnerung zurück, dass der Dottersack entstand, indem das Innere von den zwei Blättern, in die der Keim sich gespalten hatte, den Dotter ganz umwuchs und zu einer geschlossenen, allen Dotter enthaltenden Blase sich gestaltete, dass er dann, zugleich mit der Umwandlung des scheibenförmigen in einen glockenförmigen Embryo, am Embryonalpole in einen Fortsatz sich auszog und, statt einfach unter dem Keime zu liegen, wie früher, nun in den Embryo hineingerieth, endlich mit dem weiter gedeihenden Zusammenrücken der peripherischen Organe, dem sogenannten Sichabschnüren des Embryos, in eine innere und äussere Blase, den freien und eingeschlossenen Dottersack zerfiel. Letzteren verliess ich im vorigen Abschnitte bei Sepia in einem Momente, wo er aus einem engeren, im Kopfe, und einem weiteren, im Mantel gelegenen Theile bestand, während bei Loligo gerade die umgekehrten Verhältnisse sich fanden, und überdiess zwei Aussackungen seines hinteren Endes sich gebildet hatten.

In der letzten Hälfte des Embryonallebens nun gestalten sich die Dinge so: Während der Embryo an Grösse zunimmt, wächst auch der innere Dottersack auf Kosten des äusseren, der sich immer mehr verkleinert, erreicht eine Grösse, die der des äusseren gleich kommt und endlich dieselbe überschreitet. Es findet also, obschon der Embryo vom Dotter des inneren Dottersackes zehrt, da er aus demselben den rohen Stoff für sein Wachsthum bezieht, und obgleich die ganze Dottermasse stetig und fortwährend abnimmt, doch eine wirkliche, sehr bedeutende Zunahme des inneren Sackes statt, weil der Dotter des äusseren Sackes nicht an Ort und Stelle, sondern erst, nachdem er in den inneren getreten ist, resorbirt werden kann. Dieses Verhältniss darf nicht aus den Augen gelassen werden; denn es dient die Erkenntniss desselben nicht blos zum richtigeren Verständniss der mit dem inneren Dottersacke selbst vor sich gehenden Veränderungen, sondern gewährt auch über manche Lageveränderungen anderer Theile Aufschluss.

Abgesehen von dem Wachsthume gehen noch manche, und zwar Gestaltwechsel, mit dem inneren Dottersacke vor. Bei Sepia wie bei Loligo grenzt er sich immer mehr vom äusseren Sacke ab, so dass er am Ende nur noch durch einen engen und kurzen Gang, den Dottergang oder -stiel, mit demselben in Verbindung steht, und trennt sich durch Einschnürung in drei Abtheilungen, einen vorderen weiteren, mittleren engeren und hinteren weiteren Sack; letzteren, ganz im Mantel gelegenen, nenne ich *Bauchtheil*; von den zwei anderen, obschon sie beide im Kopfe liegen, den vorderen *Kopf-*, den hinteren *Halstheil* des inneren Dottersackes. Schon an Sepienembryonen, die 6mal kleiner waren als ihr äusserer Dottersack, traf ich diese Gestaltung des inneren Sackes ausgebildet und konnte sie an erhärteten Indi-

viduen mit dem Messer nicht schwer nachweisen, wie ich denn auch alle die folgenden Resultate nicht dem Mikroskope, sondern feinen Zergliederungen und der Loupe verdanke. Der *Kopftheil* war hier rundlich-viereckig, 0,4‴ lang und breit, auf der Bauchseite des Schlundkopfes zwischen den Armen gelegen; seine vordere Fläche stand durch einen weiten, ungemein kurzen Dottergang mit dem äusseren Dottersacke in Verbindung, seine hintere gab nicht ganz in der Mitte, sondern etwas nach dem Rücken hin, dem Halstheile den Ursprung. Der *Manteltheil* war, von der Bauch- oder Rückseite angesehen, länglich-viereckig, seine Rückenseite leicht convex, mit einer Längen-, und zwei, nahe an deren hinterem Ende von ihr ausgehenden Querfurchen versehen, die Bauchseite kürzer, mit einer rundlichen Anschwellung bedeutend hervorspringend, die vordere und hintere Fläche in entgegengesetzten Richtungen schief abgeschnitten, jene vertieft, diese eben. Von den hinteren Ecken seiner Rückseite sandte er zwei walzenförmige, gerade, rundlich-spitz endende Fortsätze oder Lappen aus, ähnlich denen, die ich oben bei Loligo beschrieb, wo ich deren successive Bildung als Aussackungen unter dem Mikroskope, wie bei Sepia mit dem Messer verfolgte; ich will sie *hintere Lappen*, den weiten Ausschnitt zwischen ihnen *Darmausschnitt* nennen. Die Grösse dieser Theile war folgende: Länge des Manteltheiles 0,55‴, Breite 0,21‴; grösste Dicke 0,33‴; Länge der hinteren Lappen 0,08‴, Breite 0,072‴. Der *Halstheil* des inneren Dottersackes lag auf der Bauchseite der Speiseröhre von deren Abgange vom Schlunde an bis zu der Stelle, wo die zwei hinteren Speicheldrüsen sassen, ging mit derselben durch den Schlundring und den jetzt davon noch nicht zu unterscheidenden Kanal des Kopfknorpels, entsprang, wie wir sahen, von dem Kopftheil und inserirte sich der Rückseite näher mitten in die vordere, vertiefte Fläche des Bauchtheils; seine Breite betrug 0,2‴, die Dicke 0,14‴, die Länge 0,4‴. Die Erkenntniss dieser Insertion des Halstheiles des inneren Dottersackes ist von der grössten Wichtigkeit für die richtige Auffassung der Entwickelung aller vegetativen Organe, denn darauf gründet sich die Annahme oder die Verwerfung der Frage, ob der Darmkanal u. s. w. aus dem inneren Dottersacke entstehe oder nicht. Wie wir sahen, schreiben *Cuvier* bei Sepia und *Van Beneden* bei Sepiola dem Gange des Dottersackes, d. i. meinem Halstheile, Insertion in den Oesophagus zu; wenn man aber weiss, wie schwer es ist, den am Ende der Entwickelung ungemein zart gewordenen Halstheil bis zu seinem Uebergange in den Manteltheil zu verfolgen, wenn man so oft, wie ich, es erfahren hat, dass derselbe, sammt dem Oesophagus, dicht vor dem Manteltheile abriss, so wird man leicht begreifen und es verzeihlich finden, dass jene beiden Männer, die eben nur reife Embryonen und *Van Beneden* noch dazu die sehr viel kleineren von Sepiola untersuchten, und die Möglichkeit, dass der Dottersack mit dem Darme nicht communicire, auch von ferne sich nicht träumen liessen, den Zusammenhang der beiden gerissenen Kanäle annahmen und behaupteten. Auch mir gelang es, wie ich nachher angeben werde, an reifen Embryonen nur wenige Male, die richtige Lage der Dinge ausser allen Zweifel zu setzen; an jüngern Embryonen dagegen,

wie den so eben beschriebenen, ist es bei der Weite des Halstheiles des inneren Dottersackes ein wahres Kinderspiel; ich muss daher alle diejenigen, welche in meine Behauptung so unerwarteter Thatsachen Zweifel setzen werden, ersuchen, sich zuerst an solche zu wenden, bevor sie an die scheinbar mehr Zutrauen einflössenden, grossen Embryonen gehen. Uebrigens ist auch das ein sicherer Bürge für die Richtigkeit meiner Beobachtungen, dass zu keiner Zeit von den Dotterkörnern, die mit keinem Embryonalgebilde verwechselt werden können und, wenn man sie einmal gesehen hat, auf den ersten Blick wieder erkannt werden, weder in diesem noch in jenem Theile des Darmkanals irgend eine Spur vorhanden ist.

Während der Embryo allmälig seine Reife erlangt, wandelt sich der innere Dottersack folgendermassen um.

Der *Kopftheil* bleibt nach wie vor ziemlich regelmässig würfelig, nur bilden sich allmälig auf seiner vorderen und Rückenfläche zwei in einander übergehende Vertiefungen aus; jene, erst ziemlich weit und flach, ist zuletzt eine vom Rücken nach dem Bauche ziehende, ziemlich tiefe Spalte, in deren in der Mitte erweiterten Grund der sehr enge und auch kürzer als früher gewordene Gang des äusseren Dottersackes sich ansetzt, von dem, wenn man nicht den äusseren Dottersack und den Kopftheil des inneren von einander löst, oder den einen oder den andern Rand der Spalte abträgt, keine Spur zu sehen ist; die andere oder Rückenfurche, in welcher der Schlund mit der Bauchfläche liegt, geht unter einer sanften Biegung in die vordere über, ist seicht und wird endlich so breit, dass sie fast die ganze Rückenfläche des Kopftheiles einnimmt; nur nach hinten spitzt sie sich, entsprechend der Verengerung des Oesophagus zu. Die Seiten und die Bauchfläche sind eben, die hintere Fläche ist leicht gewölbt und da, wo sie an die Rückenseite stösst, in einen kurzen, schief gerichteten Fortsatz ausgezogen. Die Dicke des Kopftheiles beträgt 0,67‴, die Breite 0,57‴, die Länge eben so viel, und die Tiefe der vorderen Spalte 0,12‴.

Von dem Fortsatze des Kopftheiles entspringt unter einem nach der Bauchseite offenen, stumpfen Winkel, in dessen Biegung das untere Mundganglion, ganglion sousbuccal nach *V. Beneden* *) (vid. *Brand*, medic. Zoologie II, Tab. XXXII, Fig. 23 c.) liegt, der *Halstheil*, biegt bald nach hinten, geht unter dem Oesophagus durch Schlundring und Kopfknorpel und inserirt sich, wie früher, in den Manteltheil. Da, wo er seine Biegung macht, ist er am breitesten und zeigt daselbst zwei vorspringende Ecken; vor und hinter denselben ist er eng und verschmälert sich besonders stark gegen seine Insertion zu; an der Biegung ist er auch am dicksten, und ragt bedeutend nach unten hervor; an seinem Ursprunge und an seiner Insertion dagegen ist er sehr dünn. Unter zwölf reifen Embryonen, die ich der Erforschung der Verbindung dieses Theiles opferte, konnte ich nur bei zweien den

*) Exercices zootomiques I, pag. 16.

inneren Dottersack in seinem Zusammenhange herauspräpariren, bei den anderen riss derselbe stets zwischen Hals- und Mantelttheil ab; doch war es auch in diesen Fällen dem mit den Verhältnissen Vertrauten meist nicht schwer, die Stelle, wo der Halstheil festgesessen hatte, zu erkennen. Die Grössenverhältnisse desselben sind bei reifen Embryonen folgende: Grösste Dicke 0,18‴, kleinste 0,096‴, grösste Breite 0,24‴, geringste 0,096‴.

Der *Mantelttheil* unterliegt den meisten Modificationen. Nicht bloss ist er es, der von allen Theilen den meisten Zuwachs gewinnt, sondern er ändert auch seine Gestalt in fast allen Beziehungen. An seiner Rückenfläche wächst er in seiner ganzen Länge in zwei Lappen aus, welche die Rinne, die bei jüngeren Embryonen als die erste Andeutung dieses Auswachsens zu betrachten ist, zu einer Spalte und endlich, indem die Ränder der beiden *Rückenlappen* — so will ich sie nennen — sich aneinanderlegen, zu einem wirklichen Kanale umwandeln. Die vordere Fläche bildet sich zu einer rundlich-viereckigen, ziemlich tiefen Grube um, deren Ränder, mit Ausnahme des oberen, mässig dicken und abgerundeten, ganz scharf sind. Ueber diesen verläuft von oben nach unten, als Andeutung der Tiefe der zwischen den Rückenlappen befindlichen Spalte, eine Furche, an deren unterem Ende die runde Oeffnung des erwähnten Kanales, und noch weiter nach dem Bauche hin, die Insertionsstelle des Halstheiles sich findet. Diese Fläche nimmt fast die ganze hintere Fläche des Kopfknorpels und die der Gehörkapseln auf. Die Bauchfläche zeigt, wie früher, in der Mitte eine warzenartige Hervorragung und an deren Basis zwei nach aussen und vorn divergirende, seichte Furchen, die *Leberfurchen*, in denen die zwei Lebern und deren Ausführungsgänge liegen. Die hintere Fläche besteht aus zwei, durch den sogenannten Darmeinschnitt getrennten, fast viereckigen Ebenen, deren äussere Ecke der Rückseite bedeutend nach hinten vorspringt. Die hinteren Lappen, die wir noch sehr klein verliessen, sind ungemein gewachsen, so dass sie für sich allein dem übrigen Mantelttheile an Masse fast gleichkommen, von Gestalt fast pyramidal, mit viereckiger Basis, ebenen Rücken- und inneren, aneinanderstossenden Flächen, gebogener Bauchfläche, und stumpfer, mehr rückwärts gerichteter Spitze. Mit dem Mantelttheile stehen dieselben in keiner Verbindung mehr, sondern liegen nur dessen hinterer Fläche an; sie haben sich nämlich mit ihrem zunehmenden Wachsthume immer mehr und mehr abgelöst, so dass sie zuletzt nur noch mit der vorspringenden, hinteren Ecke des Mantelttheiles in offener Communication stehen, und endlich ganz von demselben abgeschnürt. Die Länge des Mantelttheiles reifer Embryonen beträgt ohne die hinteren Lappen 1,2‴, die Breite 0,93‴, die grösste Dicke 0,62‴, die Länge der hinteren Lappen 0,46‴, die Breite 0,5‴, die Dicke 0,4‴.

Fragen wir nun nach den Gründen dieser Veränderungen des inneren Dottersackes, so müssen wir folgende Puncte wohl unterscheiden:

1) Den Uebergang des Dotters aus den äusseren in den inneren Sack,
2) das Wachsthum des inneren Dottersackes und
3) seine eigenthümliche Gestaltung.

Ad 1) ist zu bemerken, dass der Uebergang des Dotters ohne allen Zweifel darin seinen Grund hat, dass nur der im inneren Dottersacke liegende Dotter resorbirt wird, der im äusseren befindliche dagegen, wegen Mangel aller hiezu dienlichen Apparate, wie Dottersackgefässe u. s. w., nicht, und daher der Dotter des äusseren Sackes nach Maassgabe der im Inneren stattfindenden Resorption in denselben nachrücken muss. Uebrigens können auch die Contractionen des äusseren Dottersackes, die ich bei Sepia beobachtete, an dieser Lageveränderung des Dotters nicht geringen Antheil nehmen.

Der zweite Punct ist schwieriger zu erledigen. Man kann hier die Veränderung nicht einfach so erklären, dass man annimmt, der Embryo breite sich bei fortschreitendem Wachsthume immer weiter über den Dottersack aus, und es werde daher der eingeschlossene Dottersack, sammt seiner Dottermasse, immer grösser, der freie Dottersack immer kleiner; denn dagegen streitet der Umstand, dass der Embryo schon früh vom äusseren Dottersacke vollkommen sich abschnürt. Auch ist nicht wohl anzunehmen, dass der äussere Sack, mit der zunehmenden Ausdehnung des Embryos, gleichsam immer weiter in denselben hineinschlüpfe. Meiner Ansicht nach sind nur zwei Möglichkeiten vorhanden, entweder, der innere Dottersack wird dadurch grösser, dass er durch den Andrang des Dotters mechanisch ausgedehnt wird, oder, indem er durch eigene Thätigkeit selbständig wächst, und zwar ist mir das letztere wahrscheinlicher, da man wohl annehmen darf, dass das ungemeine Wachsthum seiner Zellen, das sich bei ihm gerade wie beim äusseren Sacke findet, von dem ich es oben besprach, vollkommen genüge, um seine bedeutende spätere Entwickelung zu erklären.

Was den dritten Punct betrifft, so drängen sich eine Masse Fragen auf. Warum sehen wir hier Erweiterungen, dort Verengerungen, da Rinnen, an anderen Orten Auswüchse, Einbiegungen, ja Abschnürungen ganzer Theile entstehen u. s. w.? Die Antworten sind hier verschieden. Einiges erklärt sich aus Lageveränderungen, die mit Embryonaltheilen vor sich gehen und die des Dottersackes nach sich ziehen: so die Verengerung des Halstheiles aus dem Zusammenrücken aller Theile des Kopfes, namentlich des Nervenringes und Kopfknorpels, die Anhäufung des Dotters im Manteltheile aus dem grösseren Wachsthume des Mantels und seiner Eingeweide in den späteren Zeiten; anderes wird durch den passiven Widerstand begreiflich, den die festeren Embryonaltheile der Ausdehnung des zarten, inneren Dottersackes und seines halbflüssigen Inhaltes setzen. So kann sich der Dottersack am Rücken des Manteltheiles, nicht in der Mitte, wo Aorta und Oesophagus liegen, wohl aber zu beiden Seiten, ausdehnen, es entstehen zwei Rückenlappen und der Kanal zwischen denselben, der Widerstand des Kopfknorpels und der Gehörkapseln ruft

die Concavität der vorderen Fläche des Manteltheiles hervor; der in früher Zeit vom Rücken nach dem Bauche gerade über das Ende des Manteltheiles sich umbiegende Darm setzt der Ausdehnung in der Mittellinie Schranken, es entstehen die beiden seitlichen, hinteren Lappen. So liessen sich noch andere Beispiele anführen, doch mögen diese genügen, um zu zeigen, dass die Veränderungen des inneren Dottersackes, so auffallend sie auch scheinen, doch ihre guten Gründe haben und sich aus der passiven oder activen Einwirkung der Embryonaltheile und dem fortwährenden Drucke, den der nachrückende Dotter des äusseren Sackes ausübt, erklären lassen.

Das endliche Schicksal des inneren und äusseren Dottersackes anbelangend kann ich mich nur auf Vermuthungen stützen, da ich an den jüngsten, mir zu Gesicht gekommenen, ausgeschlüpften Sepien und Calamaren von $1\frac{1}{2}''$ Länge keine Spur desselben mehr vorfand. Was den äusseren Sack betrifft, so habe ich denselben in Embryonen von Loligo, die ich frei im Wasser der Gefässe, worin ich Eier aufbewahrte, umherschwimmend fand, oft nicht mehr, oft nur noch als kleines Knötchen gefunden, so dass ich zur Ansicht mich bewogen fühle, derselbe verkümmere endlich ganz, nachdem aller Dotter in den inneren Sack getreten sei; bei Sepia habe ich zwar keine reifen Embryonen ohne denselben, doch manche mit ganz winzigem Dottersacke gesehen. Was den inneren Dottersack betrifft, so hätte man schon aus der Beobachtung allein, dass derselbe mit der Entstehung und Ausbildung des Darmes u. s. w. in keiner unmittelbaren Verbindung steht, den Schluss ziehen können, dass derselbe, nachdem er mit dem Uebergange allen Dotters in ihn, seine grösste Entwickelung erreicht habe, von nun an allmälig resorbirt werde, und endlich spurlos schwinde; da ich nun aber auch die vollkommene Abschnürung und Loslösung der hinteren Lappen des Manteltheiles von dem übrigen Sacke beobachtet, und hiemit den Anfang dieses Zerfallens gesehen habe, so schwindet, glaube ich, jedes Bedenken, und spätere Forscher werden nur noch das aufzuklären haben, in welcher Reihenfolge und Gestaltung diese Auflösung auftritt, was übrigens so wenig, als die Gestaltungen desselben während des Embryolebens an und für sich, von grossem Belange ist.

Zum Schlusse sage ich noch von der Zusammensetzung des Dotters und seiner Hülle ein Wort. Der innere Dottersack besteht, so wie der äussere, von dem ich es oben erwähnte, während des ganzen Eilebens aus einer, wie es scheint, einfachen Schicht von pflasterförmigen, secundären Zellen, sammt den primären Zellen und deren kleinen Kernen, die man, nach sorgfältiger Entfernung aller Embryonaltheile, mit Messer und Pincette als zusammenhängende Membran darzustellen vermag. Ausserdem fand ich im äusseren Dottersacke stellenweise grössere oder kleinere Bündel von Fasern, die schon eine bedeutende Entwickelung erreicht hatten, da von den Embryonalzellen nur noch Spuren an ihnen zu entdecken waren. Ohne Zweifel sind es diese Fasern, welche die Contractionen des Dottersackes bewirken; doch werden sie schwerlich die Bedeutung von Muskelfasern

haben, da diese Nerven und Gefässe des Dottersackes voraussetzen würden, von denen beiden keine Spur wahrzunehmen ist. Der Dotter selbst besteht immer noch aus denselben mässig dunkeln, fettartigen, zähflüssigen Körnern, die wir schon vor aller Entwickelung in demselben trafen.

b) Darmkanal.

Der Darmkanal entsteht am Anfange dieser Periode aus dem den inneren Dottersack umgebenden Blasteme, zu einer Zeit, da dieser noch weit ist und keine hinteren Lappen besitzt, wo also über des Darmes unabhängige Entstehung nicht der geringste Zweifel obwalten kann. In ursprünglicher Form stellt er einen *soliden Strang* von secundären Stellen dar, der je nach den verschiedenen Theilen, zu denen er werden soll, verschiedene Dicke besitzt und vom Munde an über die ganze Mittellinie der Rückenseite des Dottersackes nach hinten und etwas nach unten zieht, dann unter einer rechtwinkeligen Biegung um das Ende des Dottersackes nach vorne und unten sich wendet, und nach kurzem Verlaufe auf der Bauchseite des Dottersackes mit dem After ausgeht. Ursprünglich enthält also der Darm keine Höhlung, denn Mund und After sind bei seinem Entstehen nichts als seichte Gruben, sondern er stellt, wie auch das Herz bei seinem Ursprunge, eine compacte Zellenmasse dar, in der erst nachträglich ein Kanal und Höhlungen sich bilden, wahrscheinlich bei beiden durch einen im Pflanzenleben, z. B. bei Bildung der Spaltöffnungen von Marchantia (*Nägeli* in Linnea, 1842, pag. 241 sqq.) häufig sich findenden Vorgang, dass nämlich die Zellen gewisse Stoffe, elastisch- oder tropfbarflüssige, secerniren und von demselben mechanisch auseinandergetrieben werden. So würde die Bildung des ersten farblosen Blutes durch die Zellen der Herzmasse dessen Höhlung bedingen, im Darme durch Ausscheidung des ersten Darmsaftes der Nahrungskanal sich bilden. In der That habe ich in späteren Zeiten gar nicht selten Oeltröpfchen bald mehr, bald weniger häufig in diesen oder jenen Theilen des Darmes gefunden, die weder aus der Flüssigkeit, in der der Embryo schwamm, herstammten, da diese kein Oel enthielt, noch auch mit den Dotterkörnern, von denen sie durch ihre dunklen Umrisse himmelweit verschieden waren, verwechselt werden konnten, sondern einzig und allein, wie ich wenigstens glaube, der absondernden Thätigkeit der Zellen des Darmes ihren Ursprung verdankten und wahrscheinlich sammt einer helleren Flüssigkeit, die neben ihnen den Darm erfüllte, an der Bildung seiner Höhle den wesentlichsten Antheil nahmen.

Kurz nach der vollständigen Umhüllung des Dotters und Bildung des äusseren Dottersackes stellen sich die einzelnen Theile des Darmes zum ersten Male dem Gesichte dar. Sie bestehen dannzumal, wo sie noch Alle, mit Ausnahme von Mund und After, aus soliden Zellenmassen zusammengesetzt sind, aus 6 Abschnitten: Mundmasse, Schlundkopf, Speiseröhre, Magen, Zwölffingerdarm (zweiter Magen nach *Brand*) und Darm.

Die *Mundmasse* ist fast eben so lang, als breit, der Rückenfläche des Kopftheiles des inneren Dottersackes dicht anliegend, besitzt vorn eine quere, längliche Spalte, den Mund,

und geht hinten, unter einer leichten Einschnürung, in den sehr kurzen, aber verhältnissmässig breiten *Schlundkopf* und den *Oesophagus* über. Letzterer ist anfangs stärker, wird aber bald dünn und schmal, läuft hinter dem Halstheile des inneren Dottersackes durch den Schlundring und Kopfknorpel, gelangt in die Furche am Rücken des Manteltheiles und geht da, wo diese aufhört, in den *Magen* über, der jetzt nichts als einen kugeligen Zellhaufen darstellt und nur durch einen seichten Einschnitt von dem etwas grösseren, ebenfalls runden, rechts dicht unter und etwas hinter ihm gelegenen *Duodenum* getrennt ist. Von diesem entspringt der ungemein kurze und weite *Darm*, steigt, wiederum links sich wendend, nach unten und vorn herab und endet mit der spaltenförmigen *Afteröffnung*. Die Lage dieser letzteren Theile zu dem Aortenherzen und den grossen Gefässtämmen ist gerade wie im Erwachsenen und bietet nichts Erhebliches dar. Ueber die Grössenverhältnisse habe ich Folgendes notirt: Länge des Darmes 0,14‴, Breite 0,11‴, Durchmesser des Magens 0,072‴, des Zwölffingerdarmes 0,096‴, Breite der Speiseröhre 0,024‴.

Die Veränderungen, die bis zum Ende des Eilebens mit diesen Theilen vor sich gehen, sind folgende: Die Mundmasse wird etwas grösser, namentlich in der Dicke; doch stellt sie im Vergleiche mit ihrem späteren Verhalten immerhin eine ganz unbedeutende Anschwellung dar: sie bewirkt wahrscheinlich, indem sie während des Zusammenziehens der vorderen Kopftheile auf den Anfang des inneren Dottersackes drückt, jene besprochene Rinne an der Rückenseite des Kopftheiles, in die sie allmälig zu liegen kommt. Der Mund bildet, nach wie vor, eine quere Spalte, in deren Rand, welcher unten in eine kurze, stumpfe Spitze sich ausgezogen hat, deutlich die innerste Lippe der erwachsenen Individuen zu erkennen ist. Die beiden *Kiefer* sind als zwei dreieckige, concave Blättchen mit gekrümmter Spitze vorhanden, jedoch ganz ungefärbt; die Zunge und die übrige eigenthümliche Organisation der Mundhöhle ist vielleicht da, doch der Kleinheit der Theile wegen nicht zu erkennen. Von den zwei andern Lippen findet sich nur die äussere als ein schmaler, dicht an der Basis der Arme gelegener, den Mund und den Stiel des äusseren Dottersackes umfassender Saum, der jetzt schon von seiner äusseren Seite deutliche Fortsätze an die Arme abschickt. Die *Speiseröhre* ist mit dem Wachsthume des Embryos länger geworden und hat ihre Lage nur in sofern verändert, als sie allmälig tiefer zwischen die Rückenlappen des Manteltheiles getreten und endlich in den hier entstehenden Kanal zu liegen gekommen ist, in welchem sie, dem Blicke entzogen, mit einer sanften Biegung rückwärts verläuft. *Magen* und *Duodenum*, namentlich ersterer, sind grösser geworden, und haben sich deutlicher von einander gesondert; sie liegen erst in dem zwischen den beiden hinteren Lappen des Dottersackes befindlichen Ausschnitte, und später in dem Darmausschnitt der hinteren Fläche des Manteltheiles, beinahe ganz dem Blicke entzogen. Der *Darm* ist mit der Zeit länger und dünner geworden und reicht nun über die Spitze der Kiemen hin bis in den Anfang des Trichterkanals; mit seinem hinteren Theile liegt er links vom Tintenbeutel und mit seinem vorderen unter dem

Ausführungsgange desselben. Der *After* bekömmt erst eine obere und untere, breite und kurze, nachher auch zwei seitliche, längere und schmalere Lippen.

Was die Structur der verschiedenen Abtheilungen des Darmsystemes betrifft, so bestehen dieselben ursprünglich Alle aus secundären Zellen und verharren fast bis ans Ende des Eilebens in diesem Zustande. Erst in den letzten Perioden fand ich im Magen und der Mundmasse eine äussere Schicht von Fasern, ähnlich denen der Muskeln, noch alle mit den Resten der primären Zellen versehen, und eine innere unveränderter, secundärer Zellen, welche beiden Schichten man wohl mit Recht als Epithelium und Muskelfaserlage betrachten kann. Eigenthümlich ist die Entwickelung der Kiefer. Epitheliumzellen der Mundhöhle werden länger, indem sie nicht, wie Zellen des Cylinderepitheliums, denen sie an Gestalt gleichen, in der Richtung des Quer-, sondern des Längendurchmessers des Kanales sich vergrössern, und lagern sich in einer einfachen Schicht, die nicht dicker ist, als die Dicke einer einzelnen Zelle, so an einander, dass die Zellen in regelmässigen Reihen, die der Längenaxe der Kiefer parallel gehen, hinter einander liegen. Auf diese erste Schicht folgt eine zweite, dritte u. s. w., indem immer wieder neue Epitheliumzellen sich verlängern und von aussen an die schon gebildeten Lagen sich ansetzen. Anfangs sind nun an den einzelnen, verlängerten Zellen die primären Zellen noch zu erkennen, später lösen sie in ein Häufchen Körner sich auf; dann schwinden auch an den schmalen Seiten der secundären Zellen die Membranen und die Lamellen gewinnen ein Ansehen, als ob sie aus parallelen Streifen körniger Substanz, deren Breite derjenigen der secundären Zellen entspricht, zusammengesetzt wären, endlich schwindet auch jedes körnige Wesen, und es bleiben in der blassen, homogenen Substanz nur zarte Längsstreifen als Reste der früheren Grenzen der nebeneinanderliegenden Zellenreihen. So weit verfolgte ich die Entwickelung der Kiefer an Embryonen; bei Erwachsenen sah ich denn, dass endlich auch diese Streifung unsichtbar wird und die Lamellen gelb, braun, endlich schwarz sich färben. Uebrigens kann man auch hier, da die Kiefer fortwährend wachsen, deren Bildung aus den Epitheliumzellen an den jüngeren Schichten mit Leichtigkeit verfolgen. Es stimmt also die Entwickelung und der Bau der Sepienkiefer mit demjenigen horniger Theile anderer Thiere überein, und nur die längliche Form der Epitheliumzellen scheint denselben eigenthümlich.

Bei Loligo habe ich über die Entwickelung des verdauenden Apparates wohl manche, jedoch im Ganzen nicht zusammenhängende Resultate erhalten, daher ich dieselben, die übrigens mit den soeben beschriebenen, abgesehen von den Eigenthümlichkeiten beider Thiere, ganz übereinstimmen, hier übergehen will.

c) Die Lebern.

Die beiden *Lebern* oder *Leberhälften* bilden sich bei Sepia aus den auf der Bauchseite des Manteltheiles des inneren Dottersackes gelegenen Zellenmassen und stellen im Anfange dieser Periode bei Embryonen, die 5mal kleiner sind, als ihr Dottersack, zwei in den oben

besprochenen Leberrinnen gelegene, lange, schmale Streifen dar, die von aussen und vorn nach innen und hinten convergiren und endlich im Darmausschnitte des Manteltheiles unter einem Winkel von 100°, oder etwas darüber, zusammenstossen. Dieselben bestehen aus zwei Theilen, den eigentlichen Drüsen und den Gallengängen. Erstere oder die eigentlichen *Lebern* sind fast eiförmig, mit den Spitzen, die um die ganze Breite des Manteltheiles von einander abstehen, nach aussen, mit der Basis nach innen gelegen; ihr innerer Rand ist gerade oder leicht ausgeschweift, der äussere gebogen. Sie befinden sich bei Betrachtung des Embryos von der Bauchseite gerade unter und etwas vor den Kiemen, nahe am Rande des Manteltheiles, und sind an der äusseren Seite von dem Muskel bedeckt, der vom Kopfknorpel an die Seitentheile des Mantels geht und vom Ganglion stellatum durchbohrt wird. Die *Gallengänge* sind etwas länger als die Leberhälften, gleichmässig breit und besitzen ausser der schon angegebenen Richtung auch noch eine sanfte Biegung rückwärts. Sie senken sich da, wo sie zusammenstossen, zwischen Speiseröhre und Darm in den Zwölffingerdarm ein.

Alle diese Verhältnisse sind bei jungen Embryonen, besonders wenn man sich noch nicht bei älteren mit denselben vertraut gemacht hat, ungemein schwer aufzufinden, und ich will daher noch angeben, auf welchem Wege man am leichtesten Einsicht in dieselben gewinnt. Der Mantel wird auf der Bauchseite mit einer feinen Scheere eingeschnitten und mit Hülfe zweier Pincetten entfernt; dann löst man mit einer Nadel, während man den Kopf mit einer anderen festhält, die Kiemen ab, nimmt mit der Pincette die Muskel, die über die Lebern gehen, weg, worauf diese ganz frei liegen und mit der Loupe sich untersuchen, oder nach Bedürfniss ganz abtrennen lassen. Um die Insertion der Gallengänge zu sehen, muss man einen Theil des Oesophagus, sammt Magen, Duodenum und Darm, die Lebern und deren Gänge, Aortenherz und Aorta sorgfältig vom Dottersacke ablösen, und dann noch das Herz mit seinen Stämmen von den übrigen Theilen trennen, womit man bei einiger Uebung nicht schwer zu Stande kommt.

Bis zum Ende des Eilebens nun nehmen die Leberhälften fortwährend an Grösse zu, verändern dagegen ihre Gestalt nur wenig, ausser dass sie einander etwas näher rücken, so weit, dass die Divergenz der beiden Gallengänge etwa 90° beträgt. Bei einem Embryo, der dreimal kleiner war, als sein Dottersack, betrug die Länge einer Leberhälfte 0,19‴, die Breite 0,096‴, die Länge des Gallenganges 0,26‴, die Breite 0,042‴; bei einem fast reifen Embryo maass ich die Länge der Lebern 0,38‴, deren grösste Breite 0,16‴; die Dicke 0,072‴, die Länge des Gallenganges 0,5‴, die Breite desselben 0,066‴.

Was die Structur der Leberhälften und ihrer Gänge betrifft, so sind beide ursprünglich solide, durch und durch aus secundären Zellen gebildete Massen. An reifen Embryonen traf ich eine äussere, aus sich bildenden Fasern zusammengesetzte Hülle, die secundäre Zellen von 0,0036‴, jede mit einer primären von 0,003‴, sammt deren kleinem Kerne und

körnigem Inhalte, einschloss; von einer Höhlung im Gallengange, von einer drüsigen Structur der Leber selbst war noch keine Spur zu sehen.

Aus diesen Beobachtungen geht also hervor, dass die Lebern der Sepien, wie der Darm, entgegen der bisher herrschenden Ansicht, nicht aus dem inneren Dottersacke, sondern ganz frei und unabhängig sich bilden, eine Erkenntniss, die mir, wie ich oben angab, den Schlüssel zur ganzen Entwickelungsgeschichte des Darmes und Dottersackes an die Hand gab. Leider kann ich über die fernere Umgestaltung derselben nach dem Embryoleben nichts berichten; doch lässt sich, glaube ich, ohne sich zu sehr auf das Gebiet leerer Vermuthungen zu wagen, das andeuten, dass mit dem Wachsthume der Embryonen die Leberhälften immer näher aneinanderrücken, den Dottersack nach und nach verdrängen, zuletzt mit ihren geraden Rändern in der Mittellinie aneinanderstossen und auf der Rückseite die Speiseröhre zwischen sich fassen werden. Ueber die Entstehung der feineren Gallengänge dagegen, ob dieselben Intercellularräume seien, wie *Henle* es neuerlich für den Menschen mit grosser Wahrscheinlichkeit angenommen hat, oder durch Verschmelzen der einzelnen Zellen entstehen, wie diess bei anderen Drüsen getroffen wird; und über die Ausbildung eines Kanales in dem erst soliden Gallengange, ob derselbe, was wahrscheinlich ist, wie bei dem Darme durch die Secretion seiner eigenen Zellen entstehe, oder durch die erste Galle gleichsam gebrochen werde, darüber wage ich keinen Entscheid.

d) Speicheldrüsen.

Bei Sepia fand ich um die Mitte dieser Periode an Embryonen, die dreimal kleiner waren, als ihr Dottersack, zu beiden Seiten des Oesophagus, da, wo derselbe hinter dem Kopfknorpel in die Rinne zwischen den Rückenlappen des Dottersackes übergeht, zwei kleine, rundlich-eckige Körper, von 0,048‴ Durchmesser, die aus einer Anhäufung secundärer Zellen bestanden, und ohne Zweifel, wie die beiden Lebern und der Darm, ausser aller Verbindung mit dem Dottersacke sich gebildet hatten. An den ältesten Embryonen waren diese zwei Körperchen, in denen die an der Spitze der Leber gelegenen Drüsen der Erwachsenen nicht zu verkennen waren, etwas grösser, sonst gleich gebildet; die gesonderten Ausführungsgänge derselben entgingen wohl ihrer Kleinheit wegen meinen Forschungen, dagegen sah ich den Theil ihres gemeinsamen Ganges, der in die untere Seite der Mundmasse sich öffnet.

Bei älteren Loligoembryonen fand ich die Speicheldrüse als eine dicht hinter dem Kopfknorpel gelegene, rundlich eiförmige Masse, von 0,096‴ Breite und 0,14‴ Länge, die ganz aus sehr grossen, runden, secundären Zellen von 0,024‴, alle mit primären Zellen, sammt deren Kernen, zusammengesetzt war, und einen ziemlich weiten Gang nach vorn hin sandte, der mit einer leichten Anschwellung zwischen dem Schlunde und der Mundmasse sich öffnete.

e) Tintenbeutel.

Wie der Tintenbeutel entsteht, habe ich nicht gesehen, da derselbe erst dann ins Auge fällt, wann der schwarze Saft in ihm sich abzusondern beginnt, was offenbar erst später geschieht. Bei Sepia nahm ich ihn zum ersten Male bei Embryonen wahr, die etwa $2\frac{1}{2}$mal kleiner waren, als ihr Dottersack, als eine länglich-birnförmige, rechts und unter dem Mastdarme gelegene Blase, deren Ausführungsgang, in sofern er vorhanden war, noch keine Tinte enthielt. An reifen Embryonen enthält auch der Hals solche und ragt bis in die Höhe der Spitzen der Kiemen, während der Grund des Sackes bis an den vorderen Rand der Kiemenherzen reicht; seine Länge beträgt hier 0,5‴, seine Breite 0,2‴. Bei Loligo finden sich die nämlichen Verhältnisse, nur ist der Beutel rundlicher. Eine besondere Erwähnung verdient aber der Umstand, dass hier der Sack nicht gleich von Anfang an mit rundlicher Höhlung auftritt, sondern erst einen spiralig-gewundenen Kanal enthält, der des Saftes wegen, mit dem er erfüllt ist, ungemein deutlich in die Augen fällt, und nachher erst, in Folge vermehrter Secretion und des Druckes auf die Wandungen, oder durch Resorption der inneren Zellen, eine einfache Höhlung erhält, ferner, dass die Oeffnung desselben, die bekanntlich nicht in den Mastdarm mündet, an jungen Embryonen etwas hinter dem After wahrgenommen wird, zu einer Zeit, wo von Tinte noch keine Spur vorhanden ist. Diese zwei Thatsachen scheinen zu beweisen, dass auch bei diesem Organe, wie bei Mund und After, die äussere Oeffnung unabhängig von den inneren Gebilden durch eine Entstülpung entsteht, während wahrscheinlich der Tintenbeutel selbst und sein Ausführungsgang anfänglich solid sind, wie Magen, Leber, Herz u. s. w., und erst mit dem Beginne der Absonderung ihres Saftes die Höhlung erhalten. Eine Entleerung des Tintenbeutels findet bei Embryonen niemals statt, trotz dem, dass derselbe leichte Contractionen und Expansionen vollführt; wenigstens habe ich bei der grossen Zahl von Eiern, die ich öffnete, und bei der noch grösseren der durchsichtigen Eierschnüre von Loligo, die mir durch die Hände gingen, wo eine Veränderung nicht hätte entgehen können, die Dotterflüssigkeit, in der die Embryonen schwimmen, immer klar gefunden.

7. Zellgewebe.

Das Zellgewebe erwachsener Sepien ist von einer anderen Natur, als das höherer Thiere, indem es nicht aus Bündeln von feinen Fibrillen, sondern aus langen, platten, 0,001—25‴ breiten, blassen, homogenen Fasern besteht, die geschlängelt verlaufen, bald in grössere Bündel vereinigt, bald netzförmig durch einander verflochten sind, und niemals Aeste abgeben, oder mit einander anastomosiren. Mit den Elementen der Muskeln der Sepien sind diese Fasern in ihren anatomischen Charakteren nahe verwandt, und unterscheiden sich von deren Fasern nur durch geringere Breite, grössere Blässe und Schlängelungen und seltenere Anordnung in Bündeln. Essigsäure macht die Zellgewebefasern blasser, bringt aber

weder Kernfasern, noch Kerne zwischen denselben zum Vorschein. Diese Fasern finden sich in formlosen Massen in den parenchymatösen Organen, sie bilden Membranen, da wo sie die Eingeweide umgeben und von einander sondern, die Muskeln, Nerven umhüllen, die Knorpel überziehen, wo sie, besonders an der Augenkapsel und dem Kopfknorpel, den Charakter der sogenannten fibrösen Häute haben, und nehmen in der Argentea und Knorpelhaut des Auges, theils für sich allein, theils in Verbindung mit anderen Geweben, einen eigenthümlichen Charakter an. Bei reiferen Embryonen nimmt man diese Bindegewebehäute an mehreren Orten wahr, und kann ohne Mühe die Entwickelung der Elemente derselben verfolgen, die aus den bekannten secundären Zellen durch denselben Process, den wir schon bei den Muskeln gesehen haben, stattfindet. An allem Bindegewebe, auch der reifsten Embryonen, finden sich immer noch an den breitesten Stellen der Fasern die länglichen, der Auflösung mehr oder weniger nahen Reste der primären Zellen.

8. Sinnesorgane.

a) Auge.

Was die Formentwickelung dieses Sinnesorganes betrifft, so habe ich besonders eine wichtige Beobachtung gemacht, nämlich die der Bildung der Linse im Grunde eines durch Einstülpung der Haut entstandenen Sackes, eine Entstehungsweise, die höchst wahrscheinlich bei allen Wirbelthieren ebenfalls vorkommt, obschon sie bis jetzt nur von *Huschke* und *Ammon* beim Hühnchen, von *Vogt* bei Coregonus gesehen worden ist. Während dieses einerseits, so wie der bedeutende Grad der Vollkommenheit, den die fertigen Augen der Kopffüssler an sich tragen, so sehr an die höheren Thiere erinnert, so besteht anderseits eine wesentliche Differenz beider darin, dass bei jenen die Augen nicht ursprünglich eins sind und erst nachher sich theilen, sondern bei ihrem ersten Werden gesondert entstehen, auch nicht blasenförmig sind und in keinem nachweisbaren Zusammenhange mit dem centralen Nervensysteme stehen.

Ich will hier nicht alle die Thatsachen wiederholen, die ich im Früheren schon angegeben habe, sondern nehme den Faden da wieder auf, wo ich ihn verliess. Das rundgewordene Auge bestand aus zwei soliden Massen, einer äusseren, membranartigen, einer inneren, halbkugeligen, war auf seiner äusseren Oberfläche mit einer Einsenkung oder Grube versehen und ohne eine Spur von Pigment. Besagte Grube nun wird immer tiefer, senkt sich durch die äussere Schicht in die innere herab und stellt eine bei Sepia tiefe, rundliche, bei Loligo trichterförmige Grube dar, in deren Grunde bald ein kleiner, runder, bei Loligo länglich-runder, dunkler Körper, die Linse, erscheint. Während diese sich dann vergrössert, verengert sich die Grube an ihrer Mündung, so dass sie bei Loligo flaschen-, bei Sepia rundlich-eiförmig wird, und schliesst sich endlich ganz, ohne eine Spur ihres früheren Bestehens zu hinterlassen. Bei Sepia fand ich, dass in noch pigmentlosen Augen, bei einem Durch-

messer der Linse von 0,039‴, der Durchmesser der Oeffnung der Linsengrube 0,066‴, in solchen, wo das Pigment des Hintergrundes, nicht aber das der Iris, vorhanden und der Faltenkranz eben erst angedeutet war, bei einer Grösse der Linse von 0,064‴, die Oeffnung der Linsengrube nur noch 0,028‴ betrug. Zur Zeit, wo die Uvea gebildet ist, oder, wie ich bei Loligo nach einer Beobachtung annehmen zu können glaube, etwas nachher, ist auch die letzte Oeffnung verwachsen und von diesem Einstülpungsprocesse keine Andeutung mehr zu finden. Wie man ersieht, geht also bei den Cephalopoden die Bildung der Linsengrube anders, als bei den Vögeln, und zwar sehr langsam vor sich und lässt sich daher Schritt für Schritt mit grosser Leichtigkeit verfolgen; selbst an Weingeistexemplaren, die ich gerade vor mir habe, kann ich fast an allen die Grube noch deutlich sehen, und habe sie auch Freunden gezeigt.

Die *Linse* nimmt mit ihrem Wachsthume nach und nach die Gestalt an, die sie später hat; nur ist ihre vordere Fläche weniger gewölbt. An ältesten Embryonen maass sie 0,168‴; von einer Trennung derselben in zwei Hälften, wie sie an den Augen Erwachsener sich findet, konnte ich, ungeachtet vieler Mühe, die ich mir gab, nichts sehen.

Von den übrigen Theilen des Auges entwickeln sich der Glaskörper und wahrscheinlich auch die Hyaloidea aus der centralen, alle übrigen Häute aus der peripherischen Masse.

Die *peripherische Masse*, die eine dickwandige, an dem nach aussen gerichteten Theile, da, wo die Linsengrube sitzt, mit einem Loche versehene Blase darstellt, sondert sich erst in eine äussere Membran, *Knorpelhaut* und *Argentea interna* nach *Krohn* *), clerotica anderer, und eine innere, *Retina* nach *Krohn* **). Noch vor dem Auftreten von Pigment spaltet sich jene an ihrem die Linsengrube umgebenden Rande in zwei Schichten, eine äussere, *Iris Kr.*, und eine innere, *Strahlenkörper Kr.* Diese beiden verwachsen bei der Schliessung der Linsengrube nicht, so wenig als die nach innen vom Strahlenkörper gelegene Retina, sondern die letzteren beiden legen sich, da die Linse nun ihre Grube ganz erfüllt, an den vorderen Umkreis derselben an; letztere bleibt als *Pupille Kr.* offen. Diese ist erst rund, nimmt aber allmälig eine längliche, nierenförmige Gestalt an und ermangelt auch bei reifen Embryonen jener Bedeckung, die man Vorhänge der Iris genannt hat. Der *Faltenkranz*, von dem ich nicht weiss, ob er durch Faltung oder durch Wucherung der Substanz sich bildet, zeigt sich vor der Färbung des Auges.

Von dem *Pigmente* bildet sich zuerst das *des Hintergrundes* oder der *Retina Kr.*, und zwar um die Zeit, wo die Oeffnung der Linsengrube kleiner geworden ist als der Durchmesser der Linse. Es zeigt sich anfangs als ein gelblicher Schimmer, der bald röthlich und braun-

*) Nova Acta Ac. L. C. T. XVII, 1.
**) Nova Acta, Tom XIX, 2.

roth wird, und besteht aus zwei, durch das Mikroskop nachweisbaren Schichten, einer von runden, einer anderen von länglichen Pigmentzellen, die auch im Auge Erwachsener sich finden, aber von *Krohn* in ihrer bestimmten Lagerung übersehen worden sind. Später erst erscheint das *Pigment der Iris* oder die *Uvea*, das, wie schon *Krohn* nachgewiesen hat, in keinem Zusammenhange mit dem des Hintergrundes steht.

Von einer Sonderung der *Sclerotica* in *Knorpelhaut* und *Argentea* und vom *Glaskörper* sammt der *Glashaut* habe ich an Embryonen nichts bemerkt. Die Bildung des letzteren, angenommen, dass sie sich verfolgen liesse, wird durch die dunkle Färbung der äusseren Schichten dem Auge entzogen; ich kann daher nur so viel sagen, dass das Corpus vitreum aus der centralen Masse von Embryonalzellen sich bildet, getraue mir aber nicht, zumal da dessen Structur noch lange nicht genug aufgeklärt zu sein scheint, in weitere Erörterungen einzugehen.

Die *Cornea Kr.* entsteht durch die Schliessung der Haut über der Linsengrube. Die Haut nämlich, die früher (ob nur Epidermis oder auch tiefere Schichten, weiss ich nicht) glatt über das Auge wegging, nimmt ebenfalls an der Bildung dieser Grube Theil, und kleidet mit ihren pflasterförmigen Epitheliumzellen dieselbe ganz aus. Wenn dann nachher die Grube sich schliesst, ist es blos die Haut, die an der Verwachsung Theil nimmt, die, wie ich schon angab, vor der Bildung der Uvea statt hat, während die tieferen, dem Auge im engeren Sinne angehörenden Schichten, als Iris, Corpus ciliare und Retina, offen bleiben. Die Oeffnung der Cornea, die bekanntlich bei mehreren Gattungen der Cephalopoden sich findet, kann sehr wohl ein Ueberrest der früheren Oeffnung der Linsengrube sein, obschon ich mich dafür nicht verbürgen mag. Die Cornea besitzt nie Wimpern, so wenig, als das Epithelium der Linsengrube, dagegen flimmert die übrige das Auge überziehende Haut bis an den Rand der Cornea noch gegen das Ende des embryonalen Lebens. Das *untere Augenlid*, jene Falte des Randes der Cornea der Sepia, bildet sich am Ende dieser Entwickelungsperiode und ist an reifen Embryonen schon ganz deutlich.

Die *weisse Masse* des Auges, die ich Fettmasse nennen werde, erscheint um dieselbe Zeit, als das Augenganglion, an dessen äusserer und unterer Seite sie liegt, und besteht wesentlich aus zwei Lappen.

Anbelangend die Gewebeentwickelung des Auges, so kann ich nur wenige Resultate darbieten; denn bei der Kleinheit desselben und der geringen morphologischen Sonderung seiner Häute, ist es sehr schwierig, die einzelnen Theile so zu isoliren, dass man sichere Aufschlüsse erhält.

Die *Argentea*, und vielleicht die *Fasern der Knorpelhaut*, entwickeln sich aus secundären Zellen ganz so, wie wir es oben beim Zellgewebe und den Muskeln sahen. Auch an reifen Embryonen sind noch überall die Reste der Embryonalzellen an den verdickten Theilen der Fasern vorhanden.

Die *Knorpelhaut*, die bei Erwachsenen, wie *Krohn* zuerst angab, wirklich Knorpelzellen in grosser Menge enthält, die sich dadurch auszuzeichnen scheinen, dass in ihnen nicht blos Kerne, sondern auch Zellen mit ihren Kernen getroffen werden, welche letztere an vielen Orten in Oeltropfen sich umgewandelt haben, konnte ich in ihrer Entwickelung nicht verfolgen.

In der *Retina* noch pigmentloser Augen traf ich nichts als secundäre Zellen an, die mit ihren primären Zellen in eine homogene Masse verschmolzen waren, in körnige Stäbchen von 0,0045—0,006‴ sich verlängert hatten, und oft noch an einem Ende in eine kurze, zarte Faser ausgezogen waren; in welche Gebilde dieselben später sich verwandeln, kann ich nicht angeben.

Was das *Pigment* betrifft, so gibt *Krohn* an, dass in der Retina Erwachsener nur eine Schicht vorkomme, in der runde und längliche Pigmentzellen untermischt sich finden. Diess scheint mir nicht ganz der Wahrheit entsprechend zu sein; wenigstens bin ich an Augen, die, obschon sie einige Monate in Weingeist zugebracht hatten, doch ganz gut erhalten waren, zu anderen Resultaten gekommen. Ich fand sechs Schichten der Retina. Zu innerst, dicht an der Hyaloidea, eine weisse, ziemlich dicke Schicht, deren Structur nicht mehr zu erkennen war; nach *Krohn* soll sie aus senkrechten, dicht nebeneinandergelagerten Fasern bestehen, die tief in die Pigmentschicht hinabragen. Die zweite Schicht nahm ich deutlich wahr; sie bestand aus ungemein langen, senkrecht gestellten, dicht aneinanderliegenden Pigmentzellen, die nur an dem inneren Ende mit braunrothen Pigmentkörnchen erfüllt waren. Die dritte Schicht nach aussen war weisslich, ganz dünn und nur bei sorgfältiger Präparation zu sehen; sie bestand aus Zellen mit Kernen und Kernkörperchen, die theils rund, theils in allen möglichen Uebergängen zu Zellen, ähnlich denen des Cylinderepitheliums, mit noch vorhandenen Kernen, theils in lange, schmale Zellen oder Fasern ohne Kerne, überzugehen begriffen waren; dann kam wieder eine Pigmentschicht von runden, schwarzbraunen Zellen; ferner, als fünfte Lage, eine weisse Membran, die Zellen mit Kernen enthielt, und als sechste Schicht die Ausbreitung des Sehnerven nach innen von der Knorpelhaut, dessen feinere Fasern freilich in die anderen Schichten hineinreichten, aber nicht weiter sich verfolgen liessen.

Bei reiferen und reifen Embryonen nun fand ich von allen diesen Lagen nur die der runden und länglichen Pigmentzellen deutlich unterscheidbar vor. Die übrige Masse bestand, wie früher schon, aus länglichen und runden, secundären Embryonalzellen, an denen ich keine wesentliche Unterschiede wahrnahm. Die länglichen Pigmentzellen entstehen aus secundären Embryonalzellen, indem diese länglich werden, Farbstoffkörnchen in sich erzeugen und die primäre Zelle schwindet; die runden verhinderten durch ihren dunkeln Inhalt eine sichere Beobachtung, doch schienen auch sie den nämlichen Entwickelungsgang

zu nehmen. An reifen Embryonen maassen sie 0,0036—0,0045‴ und waren in ihrer natürlichen Lage durch gegenseitigen Druck polygonal.

Die *Uvea* bestand aus denselben runden Pigmentzellen, wie die der vierten Lage der Retina; nur waren diese mit blasseren Pigmentkörnern gefüllt.

Viele Mühe habe ich mir gegeben, die Entwickelung des *Linsengewebes* zu erforschen, und doch bin ich zu keinen abschliessenden Resultaten gelangt. Bei erwachsenen Sepien besteht die Linse aus Blättern, und jedes Blatt aus sehr feinen Fasern, die man an den Enden gerissener Stückchen manchmal isolirt zu erkennen vermag. Was ich über deren Entwickelung sah, ist Folgendes: In frühester Zeit ist die Linsengrube, wie die Oberfläche der ganzen Sepia, mit Pflasterepithelium überzogen. Später, bei gebildeter Linse, fand ich rings um dieselbe eine Schicht von Cylinderepithelium, bestehend aus länglichen, secundären Zellen von 0,012—0,018‴, die homogen gewordene primäre in sich schlossen und an dem der Linse zugewandten Ende in längere oder kürzere Fasern ausgewachsen waren; die Linse selbst bestand aus Schichten körniger Fasern, die hie und da runde, helle Bläschen, wie Ueberreste der primären Zellen, zwischen sich enthielten. Demnach scheint es, als ob die Linse aus den Zellen des Epitheliums hervorgehe, auf ähnliche Weise, wie die Kiefer u. s. w., und in der That wird diese Annahme ziemlich wahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass die Linse eigentlich in einer Grube der Haut sich bildet, und deren Fasern auch bei höheren Thieren aus grossen Zellen mit Kernen sich entwickeln. Bei Coregonus sah überdiess auch *Vogt* *), dass die junge Linse aus denselben Epidermiszellen gebildet war, die die Linsenkapsel und früher den Ueberzug der Linsengrube zusammensetzten und den übrigen Epidermiszellen ganz glichen.

Die *Fettmasse* des Auges endlich besteht beim Embryo ursprünglich aus secundären Embryonalzellen, ähnlich denen anderer Organe; später findet man solche mit homogen gewordenen primären Zellen, auch solche Zellen allein von rundlich-eckiger oder länglicher Gestalt. In Erwachsenen ist die Masse durchaus nicht drüsig, sondern enthält Anhäufungen von Oelkügelchen und Zellen, von denen nur wenige einen Kern enthalten, sondern fast alle mehr oder weniger eine fett- oder ölartige Masse in sich schliessen und in Fettzellen verwandelt scheinen. Es gehen also wahrscheinlich die secundären Zellen der Embryonen später in Fettzellen über, indem sie Oel in sich absondern, und ihre primären Zellen verlieren.

b) Gehörorgan.

Die Gehörbläschen scheinen, wie das Auge, schon in früher Zeit den Beginn ihrer Entwickelung zu nehmen, bieten sich aber nicht früher zur Beobachtung dar, als bis in ihnen die Kalkablagerung begonnen hat. Ich sah sie bei Loligo zum ersten Male an Em-

*) l. c. pag. 76 sqq.

bryonen, die fast 2mal, bei Sepia an solchen, die 3 — 4mal kleiner waren, als ihr Dottersack. Bei ersteren sind sie immer sehr leicht wahrzunehmen, da sie durch die Leibeswände durchschimmern; bei letzteren dagegen, wo die Theile viel undurchsichtiger sind, muss man immer eine Zergliederung vornehmen.

In Betreff der Lage findet man bei beiden Thieren nichts von den späteren Zuständen Abweichendes. Beide Ohrbläschen liegen dicht aneinander an der unteren Seite des Kopfknorpels, gerade über dem Trichter. Uranfänglich stellen sie zwei gesonderte, bei Loligo würfelige, bei Sepia vierseitig-pyramidale Bläschen dar, die mit ihren ebenen, inneren Wänden aneinander, mit der oberen und äusseren, abgerundeten, an den Kopfknorpel, der unteren an den Trichter stossen; ihre Basis, d. h. der hintere, viereckige Theil, liegt in der Vertiefung des Manteltheiles des inneren Dottersackes; die abgerundete Spitze ist nach vorn gerichtet. Die Kalkconcremente oder Gehörsteine sitzen bei beiden an der vorderen inneren Seite der Bläschen und sind anfangs mehr von unbestimmter, rundlicher Form. Von einer Höhlung der Bläschen war noch nichts zu sehen, eben so wenig von eigenthümlichen Membranen; vielmehr bestand das Ganze durch und durch aus den bekannten secundären Zellen und schien, so viel ich nach dem Isoliren mit Sicherheit herausbringen konnte, ganz solid.

In fortschreitender Entwickelung jedoch treten namhafte Veränderungen ein. Nicht blos nimmt die Grösse eines jeden Bläschens zu, sondern es bilden sich nun auch eine bestimmte Höhlung, besondere Wandungen und Form der Krystalle und ein mit Wimpern versehener Ausführungsgang derselben. Was die Grösse betrifft, so war der Durchmesser der Bläschen bei Loligo erst 0,08‴, an fast reifen Embryonen dagegen 0,13‴; bei Sepia maass ich nur die schon vorgeschrittener und reifer Embryonen, wo bei ersteren die Länge 0,36‴, die grösste Breite 0,25‴, die kleinste 0,1‴, bei letzteren die Länge 0,48‴, die Breite 0,33‴ betrug; übrigens werden die Bläschen von Loligo nach und nach denen von Sepia ähnlich, nämlich vierseitig-pyramidal, mit abgerundeter Spitze. Die Höhlung scheint durch Schwinden der inneren Zellen zu entstehen; wenigstens sah ich bei Loligo, so lange zwischen Knorpelblase und fibrösem Ueberzug derselben noch kein Unterschied wahrzunehmen war, im Inneren eine ganz lichte Masse, die durch und durch aus sehr blassen, körnerlosen Bläschen von der Grösse der früheren, primären Embryonalzellen bestand, die, als die erwähnten Membranen gesondert sichtbar wurden, einer hellen Flüssigkeit Platz gemacht hatten. Die Bildung der fibrösen Haut der Bläschen weicht in nichts von der des Zellgewebes oder der Fasern des Sclerotica des Auges ab, wesshalb ich mich dabei nicht aufhalten will; von der Knorpelhaut sage ich hier nur das noch, dass sie an ihrer unteren oder Bauchseite zuletzt in ihrer Eigenthümlichkeit aufzutreten scheint; wenigstens fand ich in allen reifen Sepienembryonen an dieser Stelle noch eine ganz weiche, durchscheinende, häutige Masse, während die übrigen Wandungen schon festere Textur

besassen, und die vorderen und hinteren Enden, bei Loligo nur die ersteren, schon aus früheren Zeiten her verdickt waren. In reifen Embryonen finden sich auch schon jene Vorsprünge, die sich später in vollkommener Gestalt zeigen; bei Sepia nahm ich drei derselben wahr, die warzenähnlich von der inneren Wand der Bläschen in die Höhlung hineinragten, zwei andere ähnliche, die von der oberen und hinteren, und einen zapfenförmigen, grossen, der von der oberen Wand abging; bei Loligo fand ich nur einen an der hinteren Wand sitzenden Vorsprung.

Die *Gehörsteine* sind bei Loligo zuletzt länglich-rundlich und messen im grösseren Durchmesser 0,028‴, im kleinern 0,024‴. Bei Sepia sondert sich mit der Zeit jeder in zwei Massen, von denen die äussere und vordere länglich-rund, an reifen Embryonen 0,156‴ lang und 0,064‴ breit, die hintere und innere rundlich, 0,086‴ lang und 0,096‴ breit ist; von einer besonderen, die Steine umhüllenden Kapsel konnte ich an Embryonen nichts finden.

Am interessantesten scheint mir die Entdeckung eines besonderen Ganges oder Kanales zu sein, der mit den Hörbläschen in Verbindung steht, die ich zuerst bei Loligo machte, als ich die Bläschen behufs genauerer Untersuchung isolirt unter dem Mikroskope betrachtete. Da sah ich, dass von der oberen Wand eines jeden Bläschens dicht am hinteren Ende ein Kanal seinen Ursprung nahm, der, an Weite zunehmend, in gebogener Richtung nach aussen und vorn zog, dann wieder enger wurde und, sobald er ungefähr in die Höhe der Mitte der Bläschen gekommen war, mit einer runden Oeffnung endete. Wahrscheinlich hätte ich den blassen Kanal übersehen, wenn er nicht in seinem Inneren mit sehr langen Wimpern besetzt gewesen wäre, die noch geraume Zeit nach der Trennung der Bläschen vom Körper die lebhaftesten Schwingungen vollführten. Die Grössenverhältnisse der Theile dieser Kanäle waren folgende: Länge des Kanals 0,082‴, Breite am Ursprung 0,006‴, in der Mitte 0,0144‴, an der Mündung 0,0072‴, Breite der Höhlung des Kanals in der Mitte 0,0072‴, der Wandungen des Kanals 0,0036‴, Länge der Wimpern im weitesten Theile 0,0034‴. Die Wandungen des Kanals waren, wie man aus den Massen ersieht, ziemlich dick, und schienen ebenfalls aus einer äusseren und inneren, dickeren Membran zu bestehen, wie die Gehörbläschen selbst. Die Höhlung war am Ursprunge des Kanals ungemein eng, in der Mitte weit und endete mit enger, runder Mündung. So viel ich zu sehen vermochte, und besonders aus der stets scharfen, keine Spur von Zerreissung zeigenden, äusseren Mündung des Kanales erschloss, stand derselbe mit keinen anderen Theilen, etwa der Speiseröhre, oder der äusseren Haut, in unmittelbarer Verbindung, doch will ich weder das eine noch das andere mit Gewissheit verbürgen; auch wäre es noch möglich, dass derselbe in den Raum, in welchen die langen Arme sich zurückziehen können, in dessen Richtung er verlief, sich öffnete. Im Ganzen genommen scheint es mir nämlich wahrscheinlicher, dass ein mit Wimpern besetzter Kanal,

der eine Oeffnung hat, auch mit der Aussenwelt communicire, als dass er nur so zwischen den Weichtheilen verlaufe; es müsste dann die einzig mögliche Annahme geltend gemacht werden, dass derselbe als erste Andeutung einer Tuba Eustachii oder eines äusseren Gehörganges, gleichsam nur der Idee wegen, nicht um wirklich zu functioniren, da sei. Die Wimpern ragten nicht senkrecht in den Kanal hinein, sondern standen wenigstens in der weiten Mitte, wo man dieselben sehr leicht isolirt zu unterscheiden vermochte, schief nach dem Ausgange des Kanales zu gerichtet und erfüllten den Raum desselben gänzlich, woraus man vielleicht schliessen darf, dass der Kanal, angenommen, dass er nach aussen sich öffne, nicht dazu diene, von aussen Flüssigkeit aufzunehmen, sondern eher solche abzuleiten. — Bei Sepia fand ich diesen Kanal erst, nachdem ich ihn von Loligo kannte; er ist nämlich hier, obschon nicht enger, doch viel blasser und auch kürzer, und in der That schwer zu finden. Er beginnt etwas hinter dem Gehörstein nach aussen von demselben in der hinteren Wand des Bläschens, zieht erst gerade nach innen und vorn, dann, indem er eine Schlinge bildet, nach aussen und hinten, krümmt sich wieder nach vorn und erreicht hier seine grösste Weite, läuft dann, enger werdend, nach innen und biegt sich noch mit seinem Ende unter einem rechten Winkel nach vorn, macht also im Ganzen vier Krümmungen. An seinem schmalen Theile misst der Kanal 0,006‴ Breite; am breitesten betragen allein die Wandungen desselben 0,008‴, und die Wimpern, die auch hier lebhaft schwingen, sind ungeheuer lang, nämlich 0,016‴. Eine äussere, scharf abgeschnittene Oeffnung der Kanäle habe ich nicht gesehen; auch gelang es mir nicht, die Gehörbläschen so zu drehen, dass ich einen Theil derselben frei erblickt hätte, wesshalb ich im Zweifel bin, welches Ende des Kanales das innere, welches das äussere ist, und nur der Analogie mit Loligo wegen das vordere Ende als das äussere, das hintere, das auch in der That weniger scharf endete, sondern wie in die Wandungen der Gehörblase überzugehen schien, als das innere annehme.

An erwachsenen Tintenfischen und Calamaren konnte ich keine Spur von einem von den Gehörkapseln ausgehenden Gange entdecken, und auch keiner der Autoren, die über diese Theile geschrieben haben, beschreibt einen solchen. Einzig *D. Chiaie* erwähnt in der Erklärung der Tafel XII seiner neuen Ausgabe der Memorie, zu denen ich den Text vom ersten Bande nur bis da, wo er eben von den Sinnen zu handeln beginnt, besitze, eines inneren, halbkreisförmigen Kanales des Ohres von Octopus vulgaris und zeichnet in der Fig. 17 etwas dergleichen ab, von dem ich nicht weiss, ob es mit dem von mir beschriebenen Kanale der Embryonen, der, da ich ihn auch bei Argonauta fand, gewiss auch den übrigen Achtfüsslern zukommen wird, in etwelcher Verbindung steht.

Zum Schlusse erwähne ich noch kurz, dass das Gebilde, welches *Van Beneden* bei Sepiola als Kopfknorpel und Gehör beschreibt, nichts anderes ist, als das Gehörorgan allein, wie man schon aus der Lage desselben dicht über dem Trichter auf der Bauchseite ersehen

kann, noch sicherer aber durch Zergliederungen nicht blos der grossen Sepien, sondern auch der kleineren Calamaren erfährt.

c) Geruchsorgane.

Als ich an erwachsenen Sepien nach einem äusseren Ohr und Kanälen, entsprechend denen der Embryonen, suchte, fand ich in der Nähe der Augen jederseits eine Oeffnung in der Haut, in der ich zuerst den porus acusticus wahrzunehmen glaubte, obschon dieselbe nur zu einem kleinen Hautgrübchen und nicht weiter führte; als ich dann andere mir zu Gebote stehende Cephalopoden zu Handen nahm, zeigten sich bei Loligo sagittata, Sepiola macrosoma und Rondeleti, bei Octopus vulgaris und Eledone moschata ähnliche Grübchen, in denen bei den beiden letzteren ein kleiner papillenartiger, weisser Körper enthalten war, bei Argonauta und Tremoctopus violaceus, *D. Ch.*, endlich war nur dieser letztere Körper, von einer sehr geringen oder fast keiner Hautvertiefung umgeben, vorhanden. Da ich nun auch an Embryonen in früher Zeit einen kleinen, warzenförmigen Vorsprung an der Stelle, wo später die Grübchen sassen, gefunden hatte, so wurde ich auf diese Theile aufmerksam, konnte aber zu keiner genügenden Ansicht kommen, bis ich bei zuerst bei Tremoctopus, und dann auch bei allen andern, einen besonderen Nerven zu dem Grübchen oder der Papille treten sah, der durch seinen eigenthümlichen Verlauf und Ursprung meinen Gedanken eine bestimmte Richtung gab. Derselbe entsprang nämlich aus dem Stamme oder dem Ganglion des Opticus, verlief durch die Augenhöhle, durchbohrte dann die knorpelige Augenkapsel und trat an das besagte Organ. Ich hatte demnach paarige Grübchen mit Papillen oder diese letzten allein am Kopfe, in der Nähe der Augen liegend, gefunden, die mit einem, im Verhältniss zu ihrer Kleinheit sehr bedeutenden Nerven versehen waren, der durch eigenthümlichen Verlauf und Ursprung aus einem Sinnesnerven sich auszeichnete, und musste so natürlich auf den Gedanken kommen, ein Sinnesorgan entdeckt zu haben. Da konnte es dann nicht zweifelhaft sein, ob das des Geschmackes oder des Geruches, da die Lage desselben deutlich genug für letzteres sprach.

Diese *Geruchsorgane* nun zeigen bei den verschiedenen Gattungen folgende Eigenheiten. Bei allen *Zehnfüsslern* liegen dieselben dicht hinter den Augen, etwas nach der Bauchseite hin, so dass eine Linie, die der Körperaxe parallel von denselben nach vorn gezogen wird, bei Sepia und Sepiola macrosoma den Rand des unteren Augenlides schneidet, bei Loligo und Sepiola Rondeleti eine oder zwei Linien unterhalb desselben vorbeigeht. Bei Loligo, Sepiola macrosoma und Sepia sind die Riechgruben seichte Vertiefungen mit rundlich-länglicher Oeffnung und so klein und unscheinbar, dass es schon bedeutende Aufmerksamkeit fordert, um sie gewahr zu werden; bei Sepiola Rondeleti dagegen sind dieselben sehr leicht zu sehen, so dass ich dieses Thier zur ersten Untersuchung empfehlen kann. Sie erscheinen nämlich hier in der Regel mit einem weissen Walle, den ich bei den anderen in selteneren Fällen, jedoch schwächer, antraf, umgeben, der oft so dick sich zeigt, dass das

Ganze den Papillen der anderen Cephalopoden ganz ähnlich sieht, nur dass auf der Mitte des Wulstes eine kreisförmige Oeffnung sich findet. Bei den *Achtfüsslern* ist das Riechorgan ebenfalls hinter die Augen, dicht an oder auf dieselben, jedoch nach der Rückenseite des Kopfes hin gestellt, so dass es gerade in den Winkel zu liegen kommt, den der Mantel jederseits durch seinen Ansatz an den Kopf bewirkt. Bei Octopus vulgaris sind die Riechgrübchen durch eine Hautfalte ganz verdeckt und schwer zu sehen, sie zeigen an den Wänden Verdickungen, wie bei Sepiola Rondeleti, jedoch in geringerem Grade; Eledone moschata zeigt sie als zwei ziemlich tiefe Grübchen mit scharf umschriebener, runder, äusserer Oeffnung, an deren Wand ein länglicher, warzenartiger, weisser Vorsprung sich findet; Argonauta und Tremoctopus endlich besitzen nur zwei weisse, länglich-runde Papillen. Ueber die Structur dieser Theile kann ich, da ich nur Weingeistexemplare untersuchte, nichts sagen; wahrscheinlich wird sich in diesen Grübchen ein Epithelium finden, wie die Schleimhäute es besitzen, vielleicht mit Flimmern; möglicher Weise sind das, was mir als Papillen erschien, Gruben mit sehr enger Oeffnung und einer grossen Zahl Schleimhautfalten, ähnlich den Gruben von Sepiola Rondeleti, die oft den Anschein von Papillen gewähren. Doch ich masse mir nicht an, etwas näheres über die Zusammensetzung dieser Geruchsorgane anzugeben, deren Vorhandensein ich gefunden zu haben glaube, und überlasse es solchen, die dem Meere näher sind, an lebenden Thieren die specielleren Thatsachen zu sammeln.

Was den *Geruchsnerven* betrifft, so hat es mir viele Mühe gekostet, denselben in der Augenhöhle zu verfolgen, da bei den meisten Cephalopoden, die nur einige Zeit in Weingeist verweilt haben, das Sehganglion und die Fettmasse der Augen in eine mehr oder weniger breiige Masse umgewandelt sind; das Durchtreten des Nerven durch die Knorpelkapsel der Augen dagegen war verhältnissmässig leichter zu finden, und sein Verlauf zum Organe selbst gar nicht schwer zu sehen. Bei Argonauta und Tremoctopus entspringt der Riechnerve aus dem kleinen Ganglion, das dem Sehganglion dicht anliegt (siehe *Van Beneden*, Exercices zootomiques, fasc. 1, pl. 1), bei Sepia aus dem Stamme des Sehnerven selbst, und ist also, während des ersten Theiles seines Verlaufes, vielleicht auch bei seinem Ursprung aus dem oberen Schlundknoten, nicht ein für sich bestehender Nerv, sondern liegt dem Opticus an und verläuft mit ihm durch das Loch, das in die Augenhöhlenkapsel führt. Bei den übrigen verfolgte ich den Nerven nicht bis zu seinem Ursprung, sondern entweder nur bis in die Augenhöhle, oder, im günstigsten Falle, bis nahe an den Sehnerven oder die Foramina optica, muss es daher unbestimmt lassen, ob derselbe bei ihnen isolirt oder ebenfalls an den Sehnerven gekettet verläuft. Vom Grunde der Augenhöhle nun, oder nach seinem Abgange vom Sehnerven, geht der Riechnerv, der inneren Wand der knorpeligen Augenhöhle dicht anliegend, je nach der Lage des Geruchsorganes nach aussen und unten, oder nach aussen und oben, indem er in gebogenem

Verlaufe erst ein wenig nach hinten und dann wieder nach vorne zieht, durchbohrt unweit ihres Randes die knorpelige Wand der Orbita, geht bei den Zehnfüsslern unter der Haut, bei den Achtfüsslern unter den Muskeln, die den Mantel an den Kopf befestigen, erst gerade rückwärts, dann wieder vorwärts, um in den Riechgrübchen zu enden. Die Verbreitung des Riechnerven, der während seines ganzen Verlaufes keine Aeste abgibt, sieht man schön bei Sepia, wo derselbe, am Grunde des Grübchens angelangt, wie eine Pinie, auf einmal in sehr viele Aeste und Aestchen sich spaltet, und bei Tremoctopus und Argonauta, wo er mitten in die papillenartige Hervorragung sich einsenkt, sich theilt und, so viel ich an nicht frischen Thieren wahrzunehmen glaubte, zuletzt an der Oberfläche derselben mit senkrecht gestellten, oder vielmehr von dem Mittelpuncte des Körperchens nach der Peripherie ausstrahlenden Fasern (ob Umbiegungsschlingen?) endet, die noch von Zellen mit Kernen von 0,003—0,004‴, wahrscheinlich Epithelium, besetzt sind. Bei Sepiola Rondeleti fand ich bei mikroskopischer Untersuchung des Nerven, an einzelnen Stellen kleine Anhäufungen von Ganglienkugeln, die ich bei Untersuchung derer einiger anderer nicht sah. Der Riechnerv ist verhältnissmässig stark bei Tremoctopus und Argonauta, bei den übrigen schwach und fein.

So viel über die Geruchsorgane und die Geruchsnerven erwachsener Acht- und Zehnfüssler, von denen, so viel ich weiss, noch kein Theil von einem anderen Forscher beschrieben worden ist. Dagegen führe ich hier noch an, dass ich höchst wahrscheinlich nicht der erste bin, der die Geruchsorgane der Kopffüssler gefunden hat, da *Valenciennes* (Annales du Muséum, 1841) beim Nautilus pompilius am Kopfe, in der Nähe der Augen, ein aus Blättern bestehendes Organ gesehen hat und als Riechorgan beschreibt, in dem ich die bei den Acht- und Zehnfüsslern wahrgenommenen Theile, nur viel höher entwickelt, wieder finde. Ich gehe nun noch zur Beschreibung des wenigen über, das man an Embryonen über die Entwickelung des Geruchsorganes wahrnimmt. Schon oben gab ich an, dass bei Sepia im Anfange dieser Periode dicht hinter und unter den Augen ein kleiner, warzenartiger, runder Vorsprung zu sehen sei, der, besonders wenn man den Embryo von vorne oder hinten betrachte, in seiner vollkommenen Gestalt sich zeige. Mit der Zeit nun wird derselbe zwar nicht erhabener, grenzt sich aber deutlicher von dem übrigen Gewebe ab und zeigt sich, wenn man die Haut abzieht, als ein rundes, derselben anliegendes, innen flaches, aussen gewölbtes Knötchen. An reifen Embryonen endlich misst derselbe ungefähr $\frac{1}{3}$‴, zeigt auf seiner Mitte eine flache Vertiefung und lässt, wenn man beim Abziehen der Haut sorgfältig zu Werke geht, schon einen zu demselben tretenden Nerven erkennen. Dieses Organ, das Embryonen schon so deutlich zeigen, ist offenbar nichts anderes, als das spätere Grübchen am Auge der Sepia oder das Geruchsorgan, was mir ein neuer Beweis für die Deutung ist, die ich denselben gegeben habe; denn gewiss würden einfache Hautgrübchen, wie sie bei vielen Cephalopoden sich finden, nicht

in so eigenthümlicher Weise entstehen. Uebrigens ist das Geruchsorgan in dieser seiner primitiven Gestalt einer Papille, in der es vielleicht bei Argonauta und Tremoctopus zeitlebens stehen bleibt, aus nichts als einer Anhäufung der bekannten, secundären Zellen zusammengesetzt.

Von *Geschlechtsorganen* findet man auch an den reifsten Embryonen keine Spur; dieselben bilden sich erst später aus, und haben wahrscheinlich noch einen guten Antheil an der Verzehrung der bedeutenden Masse Dotters, die der Embryo aus dem Eie mitnimmt.

Ueber die Entwickelung von Sepia und namentlich Loligo sind bis jetzt sehr wenige Beobachtungen bekannt geworden; manches davon habe ich schon oben der Darstellung der meinigen einverleibt; das übrige wichtigere will ich jetzt noch besprechen, und zugleich noch, was *Van Beneden* über die späteren Perioden von Sepiola sagt, berücksichtigen.

Cuvier hat die Dotterhaut, die den Dottersack und Embryo zugleich umgibt, gesehen, und besonders die äussere Gestalt der reifen Embryonen, den Kopf- und Halstheil des inneren Dottersackes kurz und richtig beschrieben; nur damit kann ich nicht übereinstimmen, dass die Kiefer schon gefärbt sein sollen. Auch von Loligo wird gesagt, dass sie sich im Wesentlichen gleich entwickelt, wie Sepia.

Carus betrachtet irrigerweise die Flüssigkeit, die später in der Dotterhaut sich sammelt, als Eiweiss, und will ein Amnios gefunden haben, von dem keine Spur zu sehen ist.

Dugès scheint Embryonen vor sich gehabt zu haben, die aus irgend welchem Grunde gelitten hatten. Was er als »auréole nuageuse« beschreibt, ist nichts anderes, als die Epidermis, die besonders an Weingeistexemplaren sehr leicht sich ablöst; seine Fig. 1 ist grösstentheils unrichtig, die Branchien derselben sind Kunst- oder Phantasieproduct, seine beiden Trichterhälften nichts anderes als der Kopf, an dem er auf der einen Seite selbst das Auge gesehen hat, aber, wie die Abbildung zeigt, nicht in unverletztem Zustande. Ferner bildet er die langen Arme unrichtigerweise als die der Bauchseite zunächst liegenden ab und lässt die Arme im Halbkreis stehen, wohl nur seiner Theorie zu Liebe, dass der Keim der Sepia erst scheibenförmig sei, mit vollkommener Symmetrie von rechts und links, und dann sich zusammenfalte; die Linsengrube des Auges hat er gesehen, ohne deren Bedeutung zu kennen. Seine Beschreibung reifer Embryonen ist richtig, mit Ausnahme alles dessen, was inneren Dottersack und Darm betrifft, wesshalb auch die Durchschnitte Fig. 3 und 4 falsch sind.

Van Beneden hat in seiner Abhandlung über Sepiola manche gute Beobachtung niedergelegt und an reiferen Embryonen ganz gut den Wechsel der äusseren Gestalt, die Verhältnisse des äusseren Dottersackes, der Sehganglien, Hörkapseln u. s. w., beschrieben. Wenn derselbe die Genese des Darmes und seiner Anhänge und die Rolle, die der innere Dottersack spielt, nicht gesehen hat, so bedenke man, dass die Kleinheit der Embryonen von Sepiola eine Zergliederung sehr schwierig und mühsam macht und dass auch mit

dem Mikroskope, weil die Theile zu sehr einander decken, nicht viel, oder erst dann etwas gewonnen werden kann, wenn man schon anders woher mit der Sachlage vertraut ist.

Delle Chiaie (Memorie, 2te Aufl., pag. 39, 40) beschreibt die äussere Gestalt reifer Embryonen von Loligo sagittata und Sepia officinalis.

Zum Schlusse will ich noch einer Missbildung des äusseren Dottersackes erwähnen, die ich zweimal an Sepieneiern beobachtete. Es hatte sich nämlich hier nicht der ganze Dotter von dem sich bildenden Dottersacke umhüllt, sondern nur der vierte oder fünfte Theil desselben, so dass der Embryo, sammt seinem Dottersacke, in eine Grube nicht umhüllten Dotters zu liegen gekommen war. Diese Embryonen hatten, so viel von aussen zu sehen war (ich mochte sie nicht opfern), alle Theile wie andere; nur waren dieselben, besonders die Arme, mehr oder weniger verkümmert, was theils aus der gezwungenen Lage der Embryonen, theils aus der mangelhaften Ernährung sehr leicht sich begreifen liess.

Wenn wir nun, nachdem wir die Bildung aller verschiedenen Gewebe durchgangen haben, noch einen Blick auf die gesammten Zellenverhältnisse werfen, wie sie bei der Entwickelung von Sepia und Loligo sich gestalten, und dieselben, mit dem bei andern Thieren beobachteten vergleichen, so stossen wir auf merkwürdige Uebereinstimmungen, die es wohl verdienen, dass man sie etwas näherer Betrachtung würdige.

Bei Sepia und Loligo bestand zu einer gewissen Zeit der ganze Embryo aus gleichartigen Gebilden, die ich secundäre oder Furchungszellen nannte und als drei ineinandergeschachtelte, runde Körper, die ganz den von *Schwann* und *Schleiden* sogenannten Elementar- oder Kernzellen (cellulæ nucleatæ) glichen, beschrieb. Ich gab von denselben an, dass die äusserste Hülle, oder die Zelle, sehr oft aus einer körnigen oder homogenen, einer besonderen Hülle ermangelnden Masse gebildet scheine, in anderen Fällen dagegen ganz bestimmt aus Hülle und Inhalt bestehe, dass die primäre oder Embryonalzelle — bei *Schleiden* und *Schwann* der Kern — ein zartwandiges, kugeliges, nicht selten der Zellenmembran nahe gelagertes Bläschen sei, das eine helle Flüssigkeit und meist auch feine Körnchen enthalte, endlich, dass der innerste Kern, der Nucleolus von *Schwann*, scharf umschrieben, dunkel, klein und homogen, der Wand des Bläschens dicht anliege. Als Ausnahmen erwähnte ich das Vorkommen von zwei Kernen in den Embryonalzellen und von zwei Embryonalzellen in einer Furchungszelle.

Es wird nun die Aufgabe der folgenden Zeilen sein, zu zeigen, dass auch die Embryonen fast aller Thiere, deren feinere Zusammensetzung bis jetzt untersucht worden ist, aus ähn-

lichen Gebilden bestehen, zu welchem Ende hin in Kurzem das wiedergegeben werden soll, was die verschiedenen Autoren über diesen Gegenstand bekannt gemacht haben.

Vor Allen nenne ich *Schwann*, der in seinen mikroskopischen Untersuchungen, besonders da, wo von der Entwickelung der höheren Gewebe die Rede ist, eine grosse Zahl von Beobachtungen über Embryonen mitgetheilt hat. Derselbe fand Zellen mit Nucleus und Nucleolus in der Chorda dorsalis von Rana und Pelobates (pag. 12), in den Knorpeln der Kiemenbogen der Frösche (pag. 21), im serösen Blatte der Keimhaut des Hühnchens (pag. 65), im Bildungsgewebe der Linse (pag. 100), des Zellgewebes (pag. 136), der Sehnen (pag. 147), der Muskeln (pag. 188), der Nerven (pag. 169), in der Schmelzmembran (pag. 119), an der Oberfläche der Zahnpulpa (pag. 125), im Fett (pag. 140), im Epithelium des Amnios (pag. 84), in der Haut der Froschlarven (pag. 83). Was die nähere Beschaffenheit dieser Zellen betrifft, so wies *Schwann* eine von dem Inhalte bestimmt zu unterscheidende Membran bei vielen derselben, namentlich denen der Chorda dorsalis, der Knorpel, des Fettes u. s. w., nach; bei einigen konnte er eine solche nicht unterscheiden, und bei noch anderen übergeht er diesen Punct mit Stillschweigen. Der Kern wird entweder als rundlich, feinkörnig, scharf umgrenzt und mit dunklem Rand versehen beschrieben, in welchem Falle nicht gesagt wird, ob er homogen sei oder aus Hülle und Inhalt bestehe, oder als hohl und zellenartig (Kerne der Knorpelzellen) geschildert; im ersteren Falle liegt dieselbe, wie es scheint, stets der Wand der Zelle an, im letzteren nicht. Bei Embryonen sah *Schwann* nur in den endogenen Zellen der Knorpelzellen der Frösche zwei Kerne (pag. 23). Von den Kernkörperchen wird angegeben, dass sie dunkel und scharf umschrieben sind, in einigen Fällen zu zweien oder dreien vorkommen und bei den endogenen Knorpelzellen (pag. 37) und den Linsenzellen (pag. 102) an der Wand der Kerne liegen.

Unter den Embryologen sind besonders *Bischoff*, *Reichert* und *Vogt* zu nennen. Der erstere sah beim Kaninchen *), dass kurze Zeit nach der Furchung alle Theile der Keimblase aus Zellen mit Kernen und Kernkörperchen bestanden und dass auch später die Anlage aller Organe aus ganz ähnlichen Zellen gebildet wurde. *Reichert* **) traf in jungen Froschembryonen nichts als Kernzellen (pag. 13), und erwähnt noch insbesondere als solche die Zellen der Umhüllungshaut in späteren Stadien (pag. 12), die Blutzellen (pag. 22), die Bildungszellen der Muskeln (pag. 28), die Epitheliumzellen des Darmes (pag. 40). Beim Hühnchen gibt er an, dass die Zellen der ersten Generation, d. h. die sehr junger Embryonen, und ebenso die nachherigen, kleineren (pag. 114) in späteren Stadien mit Nucleus und Nucleolus versehen sind, und führt noch insbesondere, als in diese Kategorie gehörend,

*) Entwickelungsgeschichte des Kaninchens, pag. 93, 136.
**) Entwickelungsleben im Wirbelthierreich.

die Zellen der peripherischen Umhüllungshaut (pag. 116), die ersten Blutzellen (pag. 139), die Zellen der Schleimhaut (Schleimblatt) in späteren Zeiten (pag. 149) an.

Vogt hat über Alytes *) und Coregonus **) zahlreiche, die Zellenverhältnisse betreffende Beobachtungen mitgetheilt, von denen ich, als die wichtigsten hierher gehörenden, die hervorhebe, dass bei Alytes alle Zellen junger Embryonen ganz gleich gebildet, mit Membranen, körnigem Inhalte und runden, die Stelle von Kernen vertretenden Bläschen versehen sind (l. c. pag. 60), und bei Coregonus die Zellen, »cellules embryonaires« *Vogt*, fast alle Kerne besitzen (pag. 50), in denen bei den Zellen des schwarzen Pigmentes (pag. 144), des Darmes (pag. 152) und der Leber (pag. 175) Kernkörperchen sichtbar sind.

Ich selbst habe schon in früherer und in neuester Zeit Embryonen von *Fröschen*, *Eidechsen*, *Blindschleichen*, *Mäusen*, von *Scorpio*, *Crangon*, *Cucullanus* (aus der Blindschleiche) und *Botryllus* in Bezug auf feinere Structur untersucht und bin bei allen zu dem gleichen Resultate gekommen, zu dem nämlich, dass alle Theile derselben aus Kernzellen zusammengesetzt sind, die, obschon den verschiedenartigsten Organen angehörend, doch die grösste Uebereinstimmung zeigen.

Was die *Froschembryonen* betrifft, so kann ich *Reichert*'s Beobachtung, dass dieselben in frühester Zeit ganz aus Kernzellen bestehen und später, wenn die Entwickelung der specifischen Gewebe begonnen hat, noch lange Zeit in einzelnen Organen aus solchen zusammengesetzt sind, nur bestätigen, und fand nur in der Beziehung Abweichendes, dass ich in allen Kernen Kernkörperchen antraf, die nach *Reichert* oft nicht vorhanden sind, oft erst im weiteren Verlauf der Zellenmetamorphose zum Vorschein kommen sollen. Ueber die Gestaltung der verschiedenen Zellentheile beobachtete ich Folgendes: Die Zellen selbst lassen an einigen Orten eine zarte, vom Inhalte gesonderte Membran deutlich erkennen, so namentlich diejenigen, welche in späteren Zeiten die äusserste Begrenzung des Embryos ausmachen, und die Blutzellen; andere, und diese bilden weitaus die Mehrzahl, zeigen keinen solchen Unterschied, sondern sind dem Anscheine nach, wie die Furchungskugeln, nichts als kugelige Massen einer blassen, wahrscheinlich zäheflüssigen Substanz, die mehr oder weniger Dotterkörner eingestreut enthält; es gehören hieher die Bildungszellen der Muskeln, Nerven, des Zellgewebes, der Drüsensubstanz u. s. w. Die Grenzen dieser, keine deutliche Membran besitzenden Zellen sind da ganz leicht wahrzunehmen, wo sie vollgepfropft von Dotterkörnern sind, wie an den Zellen der Umhüllungshaut von *Reichert* und denen der allerjüngsten Embryonen überhaupt, denn da erscheinen sie als körnige, runde, oder durch gegenseitigen Druck mannigfach abgeplattete Kugeln; schwieriger da, wo die Dotterkörner sich zu lichten beginnen, vorzugsweise also an den Stellen, wo das

*) Entwickelungsgeschichte der Geburtshelferkröte.
**) Embryogénie des Saumons.

regeste Wachsthum und die erste Bildung von Muskel- und anderem Gewebe stattfindet. Hier ist es oft ungemein schwer, die wahre Structur der Theile herauszufinden; denn man glaubt auf den ersten Blick und noch später, nichts als eine ungeregelte Masse von Dotterkörnern mit eingestreuten Kernen vor sich zu haben, sogenanntes Cytoblastem der Autoren, und gewahrt erst bei unverwandtem und angestrengtem Zusehen die feinen, an sehr vielen Stellen von Körnern verdeckten Linien, die wie ein Netzwerk das Ganze durchziehen und die Stellen andeuten, wo die Zellen sich gegenseitig berühren. Geschieht es aber, was gar nicht selten vorkömmt, dass auch die Kerne, ihrer Blässe wegen, dem Blicke sich entziehen, so wird man, ohne mit der Lage der Dinge zum Voraus vertraut zu sein, kaum zur Erkenntniss des Vorhandenseins von gesonderten, zellenartigen Körpern gelangen, wenn man nicht das grosse, obschon von vielen Physiologen verkannte Reagens, die Essigsäure, anwendet, welche dadurch, dass sie die Kerne hervortreten macht, die Gedanken auf möglicher Weise vorhandene Zellen leitet und durch Lichtung des Zelleninhaltes die Zellenumrisse leichter vor die Augen bringt.

Der Inhalt der hier beschriebenen Zellen ist bei den jüngsten Embryonen von den Dotterkörnern der Furchungskugeln und befruchteter Eier nicht zu unterscheiden und besteht aus runden, dunklen Körnern verschiedener Grösse und den bekannten Stearintafeln, welche beide gegen Essigsäure ein verschiedenes Verhalten zeigen, indem erstere von derselben nicht angegriffen werden, letztere davon erblassen und oft den Anschein von zusammenfallenden Hüllen, denen der Inhalt entzogen wäre, darbieten. Später mindert sich der Zelleninhalt in auffallender Weise, und zwar in der Regel so, dass erst die äusseren, nachher die inneren, um den Kern gestellten Körner schwinden, zweifelsohne durch Auflösung der Dotterkörner, was besonders an den kleiner werdenden, und ihre scharfen Contouren aufgebenden Stearintäfelchen zu beobachten ist.

Die Kerne dieser Zellen zeigen verschiedene Gestaltungen. An vielen Orten sind sie ungemein deutlich und vor allen andern Theilen in die Augen springend, kugelig oder linsenförmig, mit dunklen, scharfen Umrissen und stellen offenbar Bläschen dar; an anderen Stellen erscheinen sie sehr blass, mit zarten, aber doch scharfen Contouren und sind ohne Anwendung von Essigsäure gar nicht, oder nur mit grösster Mühe wahrzunehmen. Es geht hieraus die, den Anatomen wohlbekannte, von den Embryologen aber vernachlässigte Regel hervor, dass man überall erst nach der Application von Säuren über die Anwesenheit oder den Mangel der Kerne einen sicheren Entscheid wagen dürfe. Was die Bläschennatur der Kerne betrifft, so bemerke ich, dass dieselbe meist schon bei Untersuchung der Zellen in indifferenten Medien zum Vorschein kommt und durch Wasser ganz augenscheinlich wird, dass dagegen Essigsäure, besonders unverdünnt angewandte, zu unrichtigen Resultaten führt, da sie die Kerne mehr oder weniger zusammenschrumpfen macht. Die Lage der Kerne in ihren Zellen ist verschieden. Ich fand, dass sie in den jüngsten Embryonen

ganz gewöhnlich in der Mitte ihrer Zellen liegen, so in den Elementen der Umhüllungshaut von *Reichert* und der ersten Leibesanlagen, wo man der Kerne niemals dadurch, dass man die Zellen umherrollen lässt, sondern nur, indem man sie einem schwachen Drucke aussetzt, deutlich gewahr wird, dass dagegen später die Kerne regelmässig an einer, sehr häufig auch an zwei Stellen den Wandungen der kleineren und oft plattgedrückten Zellen angeheftet sind. Die Zahl der Kerne ist auf einen oder zwei beschränkt; wenn zwei sich finden, was weitaus der seltenere Fall ist, so sind dieselben etwas kleiner als die vereinzelten Kerne anderer Zellen, und liegen entweder in einiger Entfernung von einander, oder berühren sich mit abgeplatteten Flächen. In sehr seltenen Fällen, d. h. zweimal, fand ich Kerne, die in ihrem Inneren zwei andere, sie ganz erfüllende Kerne bargen, deren jeder die Attribute der nicht eingeschlossenen, die dunkeln Umrisse, den Nucleolus u. s. w. an sich trug, eine wichtige Beobachtung, auf deren Deutung ich nachher zurückkommen werde.

Unter dem Inhalte der Kerne sind vor Allem die Kernkörperchen ausgezeichnet, die, wie diese, bald ungemein deutlich in die Augen springen, bald hartnäckig dem Blicke sich entziehen. In etwas vorgerückten Embryonen sind sie fast überall leicht zu sehen, als runde, dunkle Körper von 0,001—0,002‴ selbst 0,0025‴ Grösse, die auf den ersten Blick als homogene Körner erkannt werden und keineswegs für hohle Räume in den Kernen gehalten werden können. Wenn nur ein Kernkörper vorhanden ist, so zeigt er, in Bezug auf seine Lage, das Eigenthümliche, dass er fast ohne Ausnahme der Innenwand der Membran des Kernes anliegt; sind dagegen zwei da, was sehr häufig der Fall ist, so befinden sich bald beide, oder nur einer, im Centrum des Kernes, bald haften beide an dessen Wandungen an. Drei Nucleoli sah ich nur in äusserst seltenen Fällen, und viere gar nie. Für die Geschichte ihrer Entstehung ist es wichtig, zu wissen, dass gar nicht alle rund sind, sondern fast überall eine gewisse Anzahl länglich-runde oder spindelförmige, in sparsamen Fällen selbst biscuitförmige getroffen werden. Alle aufgezählten Eigenthümlichkeiten der Kernkörperchen sind an den Zellen etwas vorgerückter Embryonen sehr leicht zu studiren; in früherer Zeit aber fällt dem Beobachter eine genaue Erkenntniss derselben schwer, was einmal darin begründet ist, dass die Kernkörperchen in den Zellen der ersten Generationen meist viel blasser sind, als in denen späterer, anderseits dem Umstande zuzuschreiben ist, dass deren Grösse mit dem Alter der einzelnen Zellen und dem Auftreten neuer Generationen derselben bedeutend zunimmt. Bedenkt man nun noch, dass die Kerne sehr junger Embryonen ausser den Nucleolis meist reichlich mit anderen Elementarkörnchen erfüllt sind, so wird begreiflich, dass man bei manchen in Zweifel bleiben kann, welches der dunkleren und grösseren Körner für den Nucleolus zu halten, oder ob überhaupt ein solcher vorhanden sei; hält man aber die vielen anderen Kerne mit deutlichen Nucleolis dagegen, ferner die nicht seltenen Fälle vorhan-

dener, aber durch die Körnchen theilweise versteckter Kernkörperchen, so lernt man bald, dieselben in fast allen Fällen herauszufinden und gewinnt die sichere Ueberzeugung, dass sie regelmässig vorhandene Theile der Zellen sind. Ohne allen Zweifel sind diese kleinen und unscheinbaren Nucleoli schon von vielen in diesem Gebiete thätigen Forschern gesehen worden; allein es erging ihnen dabei, wie es jedem Beobachter oft genug begegnet, dass sie das, was ihr Geist nicht suchte, auch nicht beachteten. Von dem übrigen Inhalte der Kerne endlich ist noch das zu bemerken, dass derselbe aus nicht überall gleicher Menge heller Flüssigkeit und feiner Körnchen besteht, was auf das Aussehen der Kerne selbst nicht ohne Einfluss ist, da sie, wo viel Flüssigkeit sich findet, leichter als Bläschen zu erkennen sind, als wo sie von Körnchen strotzen.

Ganz ähnliche Ergebnisse, wie die soeben mitgetheilten, folgten auch aus meinen Untersuchungen an Embryonen von *Eidechsen*, *Blindschleichen* und *Mäusen*, von denen ich nur einige gewichtigere und abweichende Puncte noch besonders hervorheben will. Zellen, Kerne und Kernkörper mangelten nirgends, waren aber oftmals sehr schwer, oder nur durch Anwendung von Reagentien, zu erkennen; die Zellen stellten bald deutlich Bläschen, bald mehr homogene Körper dar. Bei *Lacerta* war das Verhältniss der Kerne und ihres Inhaltes sehr auffallend. Einmal waren dieselben so augenscheinlich Bläschen, dass hierüber auch nicht der geringste Zweifel obwalten konnte, zumal, da in einigen Fällen selbst die Membran von messbarer Dicke und mit doppelten, deutlich unterscheidbaren Contouren zu treffen waren; ferner sah ich einen Embryo, wo fast jede Zelle zwei Kerne besass. Professor *Henle*, der die Güte hatte, meine Beobachtungen zu bestätigen, theilte mein Erstaunen über dieses Verhalten, das so sehr von dem Gewöhnlichen abwich. In der That, während sonst das Vorkommen von zwei Kernen sehr sparsam gefunden wird, gehörte es hier zu den Ausnahmen, einen Kern zu treffen. Die zwei Kerne waren bald rund und lagen dann etwas von einander ab, bald halbkugelig, in dem Falle, wo sie einander berührten. Wo sie vereinzelt vorkamen, hatten sie selten runde Gestalt, waren vielmehr gewöhnlich elliptisch und besassen in der Regel zwei runde, beisammenliegende, oder einen länglichen, auch wohl in der Mitte eingeschnürten Nucleolus, während in den doppelt vorkommenden Kernen nur ausnahmsweise zwei Kernkörperchen lagen. Jüngere Embryonen hatten in den Zellen der Oberhaut, Allantois, des serösen Blattes u. s. w. Kerne von 0,005—0,01‴, während die in den viel kleineren Mutterzellen der Muskeln, Nerven u. s. w., auch viel kleiner waren. Ueberhaupt zeigte sich fast überall ein gewisses Verhältniss zwischen der Grösse der drei wesentlichen Zellenbestandtheile mit der Ausnahme, dass da, wo die gleich zu erwähnenden, grossen Nucleoli sich fanden, die Kerne nicht viel, kaum $\frac{1}{2}$mal grösser waren. Die Nucleoli lagen stets den Wandungen der Kerne an und waren in jüngeren und älteren Embryonen an gewissen Stellen prachtvoll; so hatten sie an Embryonen mit soeben gebildetem Gefässnetz der Area vasculosa ganz gewöhnlich 0,002‴,

an solchen, wo der Schwanz schon zwei Windungen zeigte, in den Zellen der Oberhaut u. s. w., 0,003 — 35‴ und ungemein dunkle und scharfe Contouren. Der Inhalt der Kerne und Zellen war mehr oder weniger reich an Elementarkörnchen, doch nie in dem Grade körnig, wie bei den Fröschen.

Was die wirbellosen Thiere anbelangt, die man in Bezug auf feinere Structur ihrer Embryonen noch sehr selten untersucht hat, erwähne ich von den angeführten insbesondere, dass sie in frühster Zeit, und so lange, als die Bildung der eigenthümlichen Gewebe noch nicht begonnen hat, durch und durch aus Gebilden bestehen, die den bei Rana u. s. w. beschriebenen Zellen vollkommen gleichen. Hievon überzeugt man sich ohne Mühe an den so leicht zu bekommenden Embryonen der *Scorpionen* und der *Garneelen*, von denen ich noch besonders erwähne, dass die Kerne ihrer Zellen hohl sind und Kernkörperchen besitzen. Beim *Botryllus* und *Cucullanus* sah ich wohl die hohlen Kerne, konnte aber der Kleinheit der Theile und ihrer Zartheit wegen keine Kernkörperchen darin entdecken.

Hiemit hätte ich die wichtigsten Beobachtungen, die seit *Schwann* über die Structur von Embryonen gemacht wurden, alle mitgetheilt, und den Leser in den Stand gesetzt, über die Richtigkeit der Folgerungen, die ich aus denselben ableiten werde, selbst zu urtheilen. Es sind diess die Thatsachen: einmal, *dass die Embryonen aus früher Zeit durchweg in allen Theilen und den verschiedenartigsten Organen aus ganz gleichartigen Elementen zusammengesetzt sind*, und zweitens, *dass diese Elemente aus Zellen mit Kernen und höchst wahrscheinlich überall vorhandenen Kernkörperchen bestehen, von denen letztere solide Körner, erstere zwei Gebilde meist Bläschen darstellen.* Anbelangend die Nucleoli, so erinnere ich, dass dieselben nur von mir überall und von *Schwann* und *Bischoff* mit sehr wenigen Ausnahmen als ganz constant vorkommend beobachtet worden sind, dass *Vogt* und *Reichert* dagegen, namentlich der Erstere, an vielen Orten sie vermissten. Wenn ich dessenungeachtet mit grosser Wahrscheinlichkeit für das regelmässige Vorkommen derselben mich ausgesprochen, so geschah es, weil ich auf die Angaben der beiden letztgenannten Forscher unmöglich viel Gewicht legen konnte, da dieselben bei ihren Untersuchungen von der Essigsäure keinen Gebrauch machten, ohne deren Anwendung man, wie ein Jeder tagtäglich die Erfahrung machen kann, keinen gültigen Schluss auf die Beschaffenheit des Inhaltes der Zellen wagen darf. Auch die Bläschennatur der Kerne steht nicht überall fest, da ausser *Vogt* und mir nur *Schwann*, jedoch an wenigen Orten, hohle Kerne gefunden hat, *Bischoff* und *Reichert* dagegen und *Schwann* an vielen anderen Stellen von einer solchen Beschaffenheit derselben uns nichts melden. Doch können hieraus keine weiteren Schlüsse abgeleitet werden, da diese Forscher auf die Beschaffenheit der Kerne überhaupt nicht eingetreten sind, und zudem deren Zellennatur in Folge von Veränderungen, die, wie ich

später zeigen werde, im Laufe der Entwickelung mit denselben vorgehen, nicht überall so evident ist, dass sie Jedem fast von selbst in die Augen fallen müsste.

Wenn wir nun wissen, dass die Embryonen anderer Thiere, gleich denen der Cephalopoden, zu einer gewissen Zeit aus lauter Kernzellen bestehen, so wirft sich uns von selbst die Frage auf, ob auch bei den ersteren die Entstehung dieser Zellen aus den Furchungskugeln sich herleiten lasse, wie bei den letzteren. Es ist die Beantwortung dieses Punctes, wie man leicht einsieht, von der grössten Wichtigkeit für die Entwickelungsgeschichte der Elemente und Organe; denn, wenn es gelingen sollte, die Uranfänge der Bildung des thierischen Leibes mit dem späteren Verhalten in Einklang zu setzen, so würde dadurch eine bis jetzt mangelnde, sichere Basis gewonnen, von der aus, nach allen Richtungen hin, mit Sicherheit fortgeschritten werden könnte.

Die Furchungen sind in der neuesten Zeit der Gegenstand vieler Erörterungen gewesen; denn gleich die ersten Beobachter konnten in dem so auffallenden Processe kein blosses Spiel des Zufalls erkennen, sondern ahnten einen verborgenen, wichtigen Grund desselben, was auch, nachdem man die Furchungen bei einigen Thierklassen aufgefunden hatte, zu dem Ausspruche vermochte, dass dieselben wohl überall als erste Entwickelungsperiode gefunden werden möchten. Mit der Zeit ist unsere Erkenntniss besonders durch die Erfahrungen von *Bischoff*, *Vogt*, *Siebold*, *Bergemann* und mir, die ich als bekannt voraussetzen darf, so weit fortgeschritten, dass die wesentlichen den Furchungen inne wohnenden Momente vor unserem Blicke sich aufgethan haben, und wir der Lösung des anfangs so schwer erscheinenden Räthsels immer näher rücken. Jetzt sind eigentlich nur noch zwei Puncte streitig oder in Dunkel gehüllt, nämlich die Lehre von den in den Furchungskugeln eingeschlossenen Bläschen und unsere Kenntniss von dem Vorkommen der Furchung überhaupt, über welche Fragen ich mir, bevor ich zum eigentlichen Gegenstande meiner jetzigen Aufgabe übergehe, noch einige Bemerkungen erlaube, die, wie ich hoffe, deren Lösung zu beschleunigen im Stande sein werden.

Seit ich die ersten Seiten dieses Werkes niederschrieb, hatte ich Gelegenheit, das Vorkommen der Furchungen auch bei den beschuppten Amphibien, nämlich bei *Lacerta agilis* und einem Gliederthiere, dem *Ergasilus gibbus*, *Nordm.*, wahrzunehmen, und beim *Frosche*, der *Helix pomatia* und dem schon erwähnten *Cucullanus* das Verhalten der Bläschen der Furchungskugeln einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen. Die Beobachtungen über die *Eidechse* sind sehr spärlich ausgefallen; denn hier setzten der Mangel an Eiern aus den ersten Stadien und die Schwierigkeiten, die sich einer mikroskopischen Prüfung darboten, gewaltige Hindernisse. Das einzige Resultat, das ich gewann, ist eben die Nachweisung der Furchung, und zwar partieller, ähnlich derjenigen, die bei den Fischen sich findet. Das einzige sich furchende Ei, das mir zu Gesicht kam und dem Anfange des Eileiters eines Weibchens entnommen war, das noch andere, mit Embryonen aus den

frühesten Zeiten versehene Eier enthielt, trug an einer Seite, jedoch nicht in der Mitte, sondern dem einen Pole näher, sechs Furchungshügel, die im Verhältnisse zu der Grösse des Eies eine ungemein kleine Strecke einnahmen und auch so wenig über die Oberfläche des übrigen Dotters hervorragten, dass es schon einer angespannten Aufmerksamkeit erforderte, um dieselben mit blossen Augen zu entdecken. Mit Hülfe der Loupe fand ich dann, dass von den Hügeln vier von derselben Grösse und kleiner waren, als die anderen zwei, die wiederum an Umfang einander gleich kamen. Erstere waren rund, letztere rundlich elliptisch, beide wenig über den Dotter erhaben, doch diese mehr als jene. Auf jeden Fall aber stellten sie keine Kugeln oder kugelartige Körper dar, die nur mit einer kleinen Stelle ihrer Oberfläche dem Dotter auflagen, sondern zeigten sich als Halbkugeln, die durch eine grosse Fläche mit demselben verbunden waren. Die gegenseitige Lagerung dieser Furchungshügel anbelangend, deren Grösse ich im Eifer der Untersuchung nach deren innerer Structur zu messen unterliess, so liess sich eine bestimmte Stellung derselben, obschon von mathematischer Genauigkeit keine Rede sein konnte, doch mit Leichtigkeit herausfinden; es standen nämlich die vier kleineren im Viereck, die grösseren so, dass ihre Längenaxen einander parallel waren, und jede verlängert in die Durchmesser von je zweien der kleineren überging. Ferner lagen die sechs Hügel nicht alle dicht an einander an, so dass sie gegenseitig sich abplatteten, sondern es fanden sich zwei freie Räume zwischen denselben, einer in der Mitte der vier kleineren, ein anderer zwischen zweien der kleineren und den beiden grösseren Kugeln, an welchen beiden Stellen, gerade wie bei Sepia und auch den Fröschen, der an der Furchung nicht theilnehmende Dotter frei zu Tage lag. Was die innere Structur der Furchungshügel betraf, so scheiterten meine Versuche zur Erforschung derselben an der Unmöglichkeit, dieselben in ihrer Integrität zu isoliren, so dass es mir nicht einmal darüber Gewissheit zu erhalten gelang, ob in ihnen Bläschen enthalten waren oder nicht; nur so viel nahm ich wahr, dass die Hügel ausser der Dotterhaut keine Hülle besassen und äusserlich aus denselben Elementen zusammengesetzt waren, wie der übrige Dotter. Obschon also, wie man sieht, meine Beobachtungen über die Furchungen von Lacerta sehr unvollständig sind, so glaubte ich sie doch nicht vorenthalten zu dürfen, weil einerseits schon die Gewissheit des Vorkommens derselben von Wichtigkeit ist, anderseits vorauszusehen war, dass in der nächsten Zeit keine Gelegenheit zur Vermehrung meiner Kenntniss derselben sich bieten werde. Zum Schlusse bemerke ich noch, dass, angenommen, die Furchung schreite bei Lacerta auf die gleiche Weise voran, wie bei Sepia, das von mir gesehene Ei im Uebergange vom dritten zum vierten Stadium sich befand, und die zwei grösseren Hügel noch vom dritten Stadium, wo vier Erhabenheiten sich fanden, herrührten, die vier kleineren schon dem vierten, das durch acht Erhabenheiten sich auszeichnet, angehörten.

Die Beobachtung der Furchung bei einem Krustenthiere, *Ergasilus gibbus*, *Nordm.*,

vervollständigt das, was ich in *Müller*'s Archiv, 1843, über die Furchungen einer Annelide, Nereis, und einer Arachnide, Pycnogonum, bemerkte, und macht es immer wahrscheinlicher, dass auch in der grossen Abtheilung der Gliederthiere überall Furchungen als erster Entwickelungsmoment sich finden werden, zudem, da es in Berücksichtigung aller Thatsachen nun fast gewiss ist, dass auch Crangon und Scorpio, wie ich es schon am angeführten Orte, pag. 139, als wahrscheinlich annahm, Furchung und zwar partielle, wie die Cephalopoden, besitzen. Was den Ergasilus betrifft, so findet die Furchung der Eier, deren Dotter mit der Entwickelung des Embryos himmelblau sich färbt, zu einer Zeit statt, wo derselbe noch farblos ist, und erstreckt sich über den ganzen Dotter, ist also total. In den sehr langen Eiertrauben findet man, so lange sie noch weiss sind, meist alle Stadien der Furchung beisammen, und zwar die vorgerückteren in den am freien Ende, die frühesten an den nahe am Anheftungspuncte des gemeinsamen Eierschlauches enthaltenen Eiern. Die Furchungskugeln sind, so viel man ohne Isolirung derselben wahrzunehmen vermag, von keiner besonderen Hülle umgeben und enthalten ohne Ausnahme in ihrem Inneren eine runde, kleine Embryonalzelle, über deren nähere Beschaffenheit ich nichts weiter aussagen kann, da ich sie nie isolirt vor den Augen hatte. Bei der bedeutenden Festigkeit der Dotterhaut der Eier der kleinen Krebse nämlich ist es unmöglich, die Furchungskugeln einzeln und frei darzustellen, weil sie den starken Druck, den es bedarf, um die Dotterhaut zum Platzen zu bringen, nicht überleben, sondern in Folge desselben alle in einen körnigen Brei zusammenschmelzen. Man darf jedoch, in Berücksichtigung der Verhältnisse bei der Furchung anderer Thiere, wohl auch für den Ergasilus das Vorhandensein eines kleinen Kernes in den Bläschen der Furchungskugeln annehmen.

Hieran reihe ich noch die fragmentarische Beobachtung über die Furchung eines *Cyclopsartigen Thieres*, das ich im Golfe von Neapel fand, welche ich früher, so lange ich mit der Furchung der Krustenthiere nur unvollkommen bekannt war, nicht veröffentlichen mochte. Das Ei, das ich sah, war aus den mittleren Stadien der Furchung, indem es etwa 20 Kugeln umfasste, verhielt sich ganz, wie die soeben beschriebenen von Ergasilus, mit der einzigen Ausnahme, dass zwischen den Kugeln noch drei Oeltropfen von derselben Grösse, wie diese, und ganz denen im unbefruchteten Dotter vorhandenen gleich, enthalten waren, die mit den Furchungskugeln in keiner näheren Verbindung standen. Aus dieser nicht unwichtigen Thatsache folgt, dass es zwischen partieller und totaler Furchung Uebergänge gibt, die im Zweifel lassen können, welchen der beiden Processe man vor sich habe, und auf jeden Fall beweisen, dass beide Vorgänge dem Wesen nach eins und dasselbe sind.

Das nähere Verhalten der Bläschen der Furchungskugeln oder der Embryonalzellen erforschte ich bei *Helix pomatia*, *Cucullanus* und dem *Frosche*.

Bei *Helix* fanden sich dieselben ganz ohne Ausnahme in den Furchungskugeln aller

Stadien, die ich zu beobachten Gelegenheit hatte, das heisst, von den ersten an bis zu dem, wo ungefähr 32 Kugeln da waren, lagen in der Mitte der Kugeln und waren ganz unzweifelhaft zartwandige Bläschen, die, ausser einer hellen, sparsame Körnchen enthaltenden Flüssigkeit, einen grossen, leicht in die Augen fallenden, wandständigen Kern in sich bargen, eine Beobachtung, auf die ich bei den gewöhnlich obwaltenden Schwierigkeiten, die Kerne der Embryonalzellen wahrzunehmen, nicht genug Gewicht legen kann.

Allein nicht bloss das Vorhandensein, sondern auch die nähere Beschaffenheit dieser Kerne liess sich hier sehr leicht erforschen, dadurch, dass ich die Zellen isolirte, was ziemlich leicht gelang, und sie durch Wasser aufquellen machte. So nahm ich wahr, dass die meisten Kerne nicht aus homogener Masse, sondern aus 4—8 grösseren und kleineren, dunklen, vollkommen runden Körnern bestanden, die durch eine in Wasser lösliche Zwischensubstanz zu einem runden, granulirten Korn verbunden waren; bei imbibirten Zellen nämlich, trennten sich die einzelnen Elemente der Kerne von einander und vertheilten sich unregelmässig im übrigen Zelleninhalt. Was die Natur der Furchungskugeln betrifft, so kam ich auch hier, beiläufig gesagt, zu dem ganz bestimmten Resultate, dass dieselben keine Zellmembranen besitzen.

Der *Cucullanus der Blindschleiche* weicht durch seine Furchung bedeutend von dem Cucullanus elegans ab und schliesst sich an den Cucullanus Emydis lutaria an, von dem *V. Siebold* angibt, dass dessen Eier totale Furchung besitzen, wie Ascaris acuminatæ u. s. w. Was ich hier hervorheben will, ist nicht der Verlauf der Furchungen, der nichts von dem Bekannten Abweichendes zeigt, sondern einmal das Vorhandensein von verhältnissmässig grossen, aber ungemein blassen und nur dem geübten Auge wahrnehmbaren Kernen in den Bläschen der Furchungskugeln, und dann das an einem Ei mit 2 Furchungskugeln beobachtete Vorkommen von zwei Zellchen in jedem der in den Kugeln liegenden Bläschen, ganz so, wie ich es schon von Ascaris dentata und Cucullanus elegans beschrieben habe.

Länger verweile ich bei *Rana*, die mir der eigenthümlichen Ansichten wegen, die *Vogt* über das Wesen der Furchung des nahe verwandten Alytes aufstellte, und seit derselbe in brieflichen Mittheilungen die Annahme aussprach, es könnte wohl die Furchung der Thiere, die viele Keimflecke enthalten, wesentlich von derjenigen der nur mit Einem Keimflecke begabten abweichen, ein besonderes Interesse darbot. Ich habe nur das zu bedauern, dass die Zeit (Ende Mai), wo ich zu dieser Untersuchung Musse fand, nicht mehr die günstigste war, so dass ich die allerersten Stadien der Furchung nicht mehr zu Gesicht bekam; dennoch glaube ich zu Resultaten gekommen zu sein, die über die wesentlichsten in Zweifel gestellten Verhältnisse befriedigende Aufschlüsse geben.

Bei den Furchungskugeln selbst verweile ich nur, um mich an diejenigen meiner Vorgänger anzuschliessen, die keine besonderen Hüllen an denselben wahrnehmen konnten, und sie für Aggregate der Dotterkörner erklärten; wichtiger sind mir die in denselben ent-

haltenen Bläschen und die Frage nach dem Ursprunge und der Bedeutung derselben. Hier bemerke ich vor Allem, dass ich, entgegen den früheren Beobachtern, in Eiern der Brombeerform und der späteren Furchungsstadien alle Furchungskugeln, die des Centrums des Eies sowohl wie die der Peripherie, mit einem, in selteneren Fällen mit zwei Bläschen versehen fand; eine Beobachtung, die sich übrigens schon bei *Reichert**) angedeutet findet, so fern es nämlich ziemlich wahrscheinlich ist, dass die grösseren Kügelchen mit beginnendem granulirtem Aussehen, die er in den Furchungskugeln des Eikernes fand, und die granulirten, gelblichen Körner, die er mehr nach der Peripherie hin und in der Nähe des Keimhügels antraf, identisch waren. Zwar ist es nicht immer leicht, sich in jedem Falle von der Anwesenheit der Bläschen zu überzeugen; denn da sie im Innern der Furchungskugeln liegen, sind sie meist ohne Quetschung derselben gar nicht zur Anschauung zu bringen, ja oft nur durch Zerstörung der Kugeln sichtbar zu machen, und dann geschieht es gerne, dass so kleine und blasse Gebilde inmitten der Massen dunkler Dotterkörner unbemerkt bleiben; allein bei Anwendung einiger Vorsicht gelangt man doch bald zur Ueberzeugung, dass die Bläschen nirgends fehlen. Auch bei Alytes sah *Vogt* zur Zeit, wo die Zellenbildung den ganzen Dotter ergriffen hatte, einer Periode, die von ihm nicht mehr zur Furchung gerechnet wird, von der ich aber zeigen werde, dass sie wesentlich damit eins ist, in allen sogenannten Dotterzellen diese Bläschen.

Eben so wichtig, wie das constante Vorkommen in den Furchungskugeln, ist die Beschaffenheit der Bläschen. Ueberall und ohne Ausnahme fand ich sie den Embryonalzellen der Sepien, den Kernen junger Froschembryonen gleichgebildet, vollkommen kugelig oder linsenförmig, mit zarter Membran und heller, leicht ins Gelbliche spielender Flüssigkeit, die mehr oder weniger dunkle, meist sehr kleine Körnchen, und ein etwas grösseres, durch seine scharf umschriebene Gestalt und excentrische Lage sich auszeichnendes Korn, das ich, wie das entsprechende Gebilde der Embryonalzellen der Sepien, »Kern« nennen werde, enthielt. Was die Auffindung dieser Kerne betrifft, so verweise ich auf das, was ich oben, als ich von den Zellen junger Froschembryonen handelte, bemerkte, und sage nur noch, dass es auch hier einer besonderen Aufmerksamkeit bedarf, um denselben wahrzunehmen, was es begreiflich macht, dass desselben von keinem der Forscher, die sich mit den Furchungskugeln der Frösche beschäftigten, Erwähnung geschieht. Was dagegen die Körnchen, die auch schon *Reichert* **) beschrieb, und die besondere Membran der Bläschen betrifft, so ist es mir ganz unbegreiflich, wie *Bergmann* ***) dieselben übersehen und die Bläschen als helle Flecken beschreiben konnte, die nicht durch eine eigenthümliche Begren-

---

*) **) Entwickelungsleben, pag. 6, 7.
***) Müller's Archiv, 1841, pag. 97.

zung, sondern nur dadurch, dass an der Stelle, wo sie sich finden, keine Dotterkörperchen liegen, sich auszeichnen, es sei denn, dass er dieselben nicht isolirte, oder nur bei schwachen Vergrösserungen betrachtete. Eine wichtige Beobachtung, die ich jedoch nur einmal zu machen Gelegenheit hatte, war die von einem Bläschen, das zwei andere, zwei Tochterzellen, in sich eingeschlossen enthielt, die, gleich den Bläschen anderer Furchungskugeln, mit Körnchen und einem Kern versehen waren, indess die Mutterzelle, die von ihrer Brut ganz erfüllt wurde, keinen anderweitigen Inhalt mehr besass. An diese Thatsache schliesst sich die von dem Vorkommen zweier freier Bläschen in einer Furchungskugel, die ich vorhin schon anführte, und zweier Kerne in einem Bläschen, was beides hin und wieder getroffen wird.

Vogt hat bekanntermassen beim Alytes die Identität der in den Furchungskugeln eingeschlossenen Bläschen mit den Keimflecken der unbefruchteten Eier angenommen und sich hiebei vorzüglich auf das gleiche Aussehen beider Arten von Bläschen und auch darauf gestützt, dass er in Eiern mit geschwundenen Keimbläschen kurz vor der Furchung den Keimflecken ähnliche Bläschen in der Rindenschicht desjenigen Dotterpoles, der sich furchen will, auffand. Gegen diese Annahmen musste ich, gestützt auf Untersuchungen anderer Thiere, wo ich die von dem Keimflecke unabhängige Entstehung der Bläschen der Furchungskugeln beobachtet hatte, gegründete Zweifel erheben und mich für eine anderweitige Deutung der wahrgenommenen Thatsache aussprechen. Da es mir nun begreiflicherweise am Herzen liegen musste, meine Ansicht durch mehr als Wahrscheinlichkeitsgründe zu erhärten, legte ich, als ich die Untersuchung der Froscheier unternahm, auf diesen Punct mein Hauptaugenmerk. Ich wählte, da keine Eier mehr aus dem Anfange der Furchungszeit zu erhalten waren, und ich daher den einen zum Ziele führenden Weg, nämlich den der Untersuchung der ersten Furchungskugeln und der Zahl der in denselben eingeschlossenen Bläschen, nicht mehr einschlagen konnte, einen anderen, auf dem ich nicht minder sicher zur Wahrheit gelangen musste, den der Vergleichung der Bläschen der Furchungskugeln der späteren Stadien und der Keimflecke unbefruchteter Eier.

Die Keimflecke des Froscheies liegen alle der Wand des Keimbläschens an, doch ohne festgewachsen zu sein, da sie bei Zerstörung des Bläschens nicht an der Membran desselben haften, sondern mit seinem Inhalte austreten; sie nehmen, wie *Vogt* es beim Alytes dargethan hat, mit dem Wachsthume des Eies nicht bloss an Zahl, sondern auch an Grösse zu, so dass ihrer bei jungen Eiern wenige, kleine, bei reifen viele und grössere sind. Die kleinsten sind nicht alle von derselben Grösse, rundlich, doch selten scharf umschrieben, vollkommen homogen und blass. In etwas vorgerückteren Eiern findet man sie manchmal wie gekörnt, sonst von derselben Beschaffenheit, wie früher. In reifen Eiern endlich lassen sie eine eigenthümliche Beschaffenheit erkennen. Ihre Substanz ist ganz gleichförmig und bricht das Licht stark, wie Fett, wesshalb die Flecke dunkle, markirte Umrisse haben.

Wasser und Essigsäure greifen die Keimflecke nicht an und bringen auch nicht die geringste Veränderung hervor, die zur Annahme einer etwa vorhandenen, vom Inhalte gesonderten Hülle führen könnte; längere Behandlung mit kaltem Aether dagegen macht sie blass, und in kochendem verschwinden sie ganz. Doch will ich auf die letzte Beobachtung nicht zu viel Gewicht legen, da ich den etwas schwierigen Versuch, das isolirte, unverletzte Keimbläschen in einem Reagentiengläschen mit Aether zu behandeln, nur einmal unternahm. Ihre Grösse ist verschieden: bald bei den Keimflecken eines Eies ganz dieselbe, bald wiederum bei fast allen verschieden; ihre Gestalt ist bald rund, bald unregelmässig mit mannigfachen Ecken. Etwas höchst Auffallendes war mir ein Umstand, den ich in fast allen Eiern antraf, nämlich das, dass viele der Keimflecke, und besonders die grössten, in ihrem Inneren runde Räume von verschiedener Grösse und Zahl, zwei bis sieben und noch mehr, enthielten, die, wie ich mich mit vollkommener Sicherheit überzeugte, nicht von besonderen Membranen umgeben waren und daher nicht als grössere und kleinere Zellchen, sondern nur als Lücken in der homogenen Substanz sich darstellten, die eine helle, durchaus körnchenlose Flüssigkeit enthielten.

Halten wir nun die mit einer Membran, körnigem Inhalte und einem Kerne versehenen Bläschen der Furchungskugeln gegen die höchst wahrscheinlich fettartigen, homogenen, von keiner Hülle umgebenen Keimflecke, so müssen wir ohne weiteres Bedenken zugeben, dass beide himmelweit verschieden sind. Uebrigens habe ich auch die Bläschen und die Keimflecke nebeneinander unter dem Mikroskope gehabt, was bei der Grösse der Keimbläschen und der Leichtigkeit, womit sich dasselbe isoliren lässt, nicht schwer zu verwirklichen ist, und mich so noch besser, als es aus der Erinnerung geschehen konnte, überzeugt, dass beiderlei Gebilde durchaus verschiedene Elementartheile sind. Auch kann ich meinen Ausspruch durch den von Prof. *Henle* zu vollkommener Gültigkeit erheben, welcher, als ich ihm die fraglichen Theile zeigte, dieselben auf den ersten Blick für ganz heterogene Dinge erklärte und sich mit mir durchaus einverstanden zeigte.

Ueberzeugt von der Richtigkeit dieser Angaben und mich stützend auf die nahe Verwandtschaft zwischen Rana und Alytes, sowohl was die anatomischen Verhältnisse, als die gesammte Entwickelung derselben betrifft, glaube ich nunmehr die Deutung von *Vogt*'s Beobachtungen, die ich in *Müller*'s Archiv 1843, im Vertrauen auf die Analogie mit anderen Thieren, unternahm, nicht mehr bloss mit Wahrscheinlichkeit, sondern mit vollkommener Sicherheit aussprechen und es als festgestellt betrachten zu können, dass die Keimflecke auch hier mit den Bläschen der Furchungskugeln nichts zu schaffen haben und ganz heterogene Dinge sind. Da nun ohne Zweifel die Bläschen der Furchungskugeln der Batrachier dem, was ich anderswo Embryonalzellen genannt habe, gleich zu achten sind, so glaube ich, obschon über das Verhalten derselben in den ersten Furchungskugeln fast keine

Beobachtungen*) vorliegen, doch mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen zu können, dass auch bei dieser Thierklasse wie bei den Mollusken, Rundwürmern, Anneliden, Crustaceen und Säugethieren die Furchung auf die Weise vor sich gehe, dass von einer neu sich bildenden Zelle (der ersten Embryonalzelle) aus die Furchung beginne und mit der Vermehrung derselben weiter schreite.

Ich habe diese Mittheilung meiner neuesten Beobachtungen über die Furchung für nöthig gehalten, da mir daran gelegen war, erst im Besitze möglichst allgemein gültiger Resultate an die Beantwortung der oben aufgestellten Frage über die Entstehung der Elementargebilde junger Embryonen zu gehen. Jetzt, da ich das Vorkommen partieller Furchung bei den Eidechsen, vollkommener bei zwei krebsartigen Geschöpfen bekannt gemacht, da ich die Embryonalzellen von Rana, Helix und Cucullanus, sammt deren Kernen, bei zweien auch deren Vermehrung durch endogene Zellenbildung und nicht seltenes Vorkommen von zweien in einer Furchungskugel gesehen habe, endlich bei den letzteren in den Furchungskugeln nichts als Aggregate der Dotterkörner um die Embryonalzellen finden konnte, jetzt ist die Annahme von der grossen Verbreitung der Furchungen in der Reihe der Thiere und vom Zustandekommen derselben durch das Auftreten eigenthümlicher, von allen früheren Eigebilden wesentlich sich unterscheidenden, durch endogene Zellenbildung sich fortpflanzenden Bläschen durch neue Beweisgründe befestigt worden, und es kann nun sicherer die Beantwortung der vorliegenden Frage unternommen werden.

Wir haben oben gesehen, dass die Elemente junger Embryonen der verschiedensten Thiere sich wesentlich gleich verhalten, und so eben erfahren, dass auch die Elemente sich furchender Eier in den wichtigsten Puncten übereinstimmen; nun wünschen wir zu wissen, ob diese beiderlei Gebilde in demselben Verhältnisse zu einander stehen, das ich bei Sepia und Loligo angenommen habe, in dem nämlich, dass die einen unmittelbar in die andern übergehen. — Vergleichen wir vorerst die Furchungskugeln mit den Gebilden von Embryonen mit sich bildenden Organen, so finden wir, abgesehen von der Grösse und einigen unbedeutendern Abweichungen, vollkommen gleiche Beschaffenheit; beiderlei Gebilde bestehen aus einem centralen Theile, der Embryonal- oder primären Zelle, die

---

*) *Dr. Vogt* schreibt mir, dass er in diesem Frühjahre in einem Eie von Alytes mit sechs Furchungskugeln in jeder derselben mehrere Bläschen getroffen habe. Sollte er unter „mehreren“ zwei Bläschen verstehen, so würde sich diess an das bekannte Factum anreihen, dass immer vor der Theilung einer Kugel zwei Embryonalzellen in derselben sich finden; sollten darunter drei, selbst vier, verstanden sein, so könnte die Sache, wie beim Strongylus dentatus sich verhalten, wo ich in einem Ei mit zwei Kugeln in jeder derselben vier Embryonalzellen fand, in welchem Falle sehr wahrscheinlich das dritte Stadium der Furchung übersprungen wurde und die zwei Kugeln des zweiten gleich in die acht des vierten zerfielen. Auf jeden Fall aber scheint mir diese Beobachtung viel eher mit meiner, als mit *Vogt*'s Annahme, zu congruiren; denn angenommen, die Keimflecke gehen in die Bläschen der Furchungskugeln über, so müssten in einem Eie mit sechs Kugeln in jeder derselben nicht blos mehrere, sondern viele Bläschen liegen.

helle Flüssigkeit, Körnchen und einen wandständigen, dunklen, kleinen Kern enthält; bei beiden ist diese Zelle von gleichgebildeten Körnern umlagert, die von keiner Hülle umgeben sind, sondern nur vermittelst einer zähen, sie verbindenden Flüssigkeit an einander zu haften scheinen und zu einem kugeligen Gebilde den Furchungskugeln und den von *Schwann* und fast allen übrigen Embryologen sogenannten Zellen, meinen Furchungs- oder secundären Zellen, vereinigt sind. Freilich habe ich diese Resultate, die Cephalopoden ausgenommen, nur bei Rana, Scorpio, Crangon und Cucullanus durch Vergleichung beiderlei Gebilde eines und desselben Thieres gewonnen und kann für die übrigen nur die allgemeine Identität von Furchungskugeln und Zellen junger Embryonen aussprechen; allein diess scheint doch hinreichend zu sein, denn einerseits ist dieser Punct, bei Rana z. B., sehr leicht zu ermitteln, anderseits sind hierüber, mit Ausnahme der Zellennatur der secundären Zellen, auf die ich nochmals zu sprechen kommen werde, die ersten Embryologen, wie *Vogt*, *Bischoff*, *Reichert*, *Bergmann*, einverstanden.

Schwieriger zu ermitteln und mehr in Frage gestellt ist es, ob die Zellen der Embryonen unmittelbar aus den Furchungskugeln hervorgehen oder nicht. Es stehen sich hier die Ansichten von *Vogt**), der die erste Zellenbildung im befruchteten Eie des Alytes unabhängig von den Furchungskugeln vor sich gehen lässt, und die von *Bischoff*, *Reichert* und *Bergmann* gegenüber, die Alle mit mehr oder weniger Bestimmtheit den directen Uebergang der beiderlei Gebilde in einander aussprechen. *Bischoff* sagt in seiner trefflichen Entwickelungsgeschichte des Kaninchencies, pag. 89, dass die Dotterkugeln zu Zellen sich gestalten, indem sie mit einer Hülle sich umgeben, und erwähnt noch, pag. 90, dass beim Frosche und anderen Thieren die Furchungskugeln sich wahrscheinlich ebenso verhalten. Noch bestimmter spricht sich *Reichert* in seiner Entwickelungsgeschichte des Frosches aus, indem er die Entstehung aller Theile der Embryonen, von der Umhüllungshaut an, unmittelbar aus den verschieden sich gruppirenden Dotterzellen, d. h. den Furchungskugeln, ableitet. *Bergmann* (*Müller*'s Archiv, 1841, pag. 98 sqq.) sagt, dass die Zerklüftung des Batrachiereies die Einleitung der Zellenbildung sei und dass er sie Zellenbildung selbst nennen würde, wenn die ersten grösseren Abtheilungen des Dotters sich ohne Zwang Zellen nennen liessen. — Welche von den beiden angeführten Meinungen nun ist die richtige, für die eine unbefangene Beobachtung sich entscheiden muss? Man weiss, dass die bei Sepia und Loligo erkannten Thatsachen mich zu der letzteren führten, da ich bei denselben niemals Neubildung von Zellen beobachtete, sondern während der allmälig fortschreitenden Verkleinerung der Furchungskugeln nach und nach die verschiedenartigsten Organe des Embryos aus denselben sich hervorbilden sah, und endlich das mit der Anlage fast aller seiner Organe begabte junge Thier einzig und allein aus ihnen zusammengesetzt fand.

---

*) Alytes, pag. 10 sqq.

Zu demselben Resultate brachte mich auch eine sorgfältige Untersuchung der Entstehung des jungen Froschembryos. Ich prüfte alle zwischen den letzten Furchungsperioden und der ersten Bildung des Embryos gelegenen Stadien und fand immer und überall nichts als Furchungskugeln, erst grössere und dann kleinere. Von einer Rindenschicht, wie sie *Vogt* beim Alytes beschreibt, die aus unregelmässig gelagerten Stearintäfelchen und eingestreuten Embryonalzellen bestehen, und in der dann, vom Furchungspole ausgehend, Zellenbildung auftreten soll, indem die Embryonalzellen, sammt einer um sie gelagerten Gruppe von Dotterkörnern mit Membranen sich umgeben, findet sich, natürlich mit Berücksichtigung der wegen der vollkommenen Furchung etwas modificirten Verhältnisse, bei Rana keine Spur, sondern man trifft hier während der Bildung der Umhüllungshaut von *Reichert*, der Rückenwülste u. s. w. überall nichts als Furchungskugeln, die hier schon in Theile des Embryos übergegangen sind, da noch nicht. Namentlich ist es an der Grenze der in der Bildung begriffenen Umhüllungshaut leicht sich davon zu überzeugen, dass die noch unbedeckte Oberfläche des Dotters von keinen Körnchenmassen und eingestreuten Bläschen, sondern allein von den Furchungskugeln gebildet wird, die nach und nach, indem sie Pigment in sich bilden und sich verkleinern, zur eigenthümlichen Hülle sich gestalten. — Ebenso verhalten sich die Sachen beim Scorpion und der Garneele, wenn, wie ich es gar nicht bezweifle, die runde, einfache Kugelschicht, die ich an dem einen Pole der Eier dieser Thiere traf, einem späteren Stadium der partiellen Furchung angehörte; denn in der Mitte dieser Scheibe, deren Kugeln sich immer mehr verkleinern, bilden sich die ersten Anlagen des Embryos, und aus den peripherischen Theilen derselben, die sich ausdehnen und endlich den Dotter umschliessen, die Seitenwände und der Bauch desselben. Beim Cucullanus der Blindschleiche endlich ist es so leicht, sich davon zu überzeugen, dass der Leib der jungen Thiere aus nichts als verkleinerten Furchungskugeln besteht und auf die Weise sich bildet, dass der Haufe der Furchungskugeln sich verlängert und immer mehr die Gestalt eines wurmförmigen Embryos annimmt, dass ich dieses Thier einem Jedem, der in den hier behaupteten Thatsachen Zweifel hegt, vor allen empfehle.

Diesem zufolge schliesse ich mich den Ansichten der drei obengenannten Forscher an und glaube, dass auch *Vogt* beim Alytes, von dem er ja selbst sagt, pag. 25, dass die Beziehung der Zellenbildung der Furchung und diese selbst noch weiter ermittelt werden müsse, durch wiederholte Beobachtungen zu den nämlichen Resultaten gelangen wird, obschon die Furchungen bei diesem Thiere verwickelter und eigenthümlicher, als bei allen bis jetzt bekannten, sich darstellen; denn, wie ich, nach meinen Ansichten über die Furchung, die von Alytes mir denke, furcht sich bei demselben erst der Eine Pol (*Vogt*'s Furchung) und dann schreitet dieselbe auch auf den anderen und den Dotterkern über (*Vogt*'s erste Zellenbildung), indem die Embryonalzellen, während sie sich vermehren, ihre

Herrschaft über den Dotter ausdehnen und endlich denselben ganz in ihren Bereich ziehen, welche Verhältnisse ihre Analogie in denen von Sepia und Loligo finden, wo die Furchung in den ersten vier Stadien ebenfalls nur den einen Pol berührt und später erst auch auf den übrigen Dotter übergeht, denselben jedoch nie ganz in ihre Gewalt bringt, wie beim Alytes. Auch beim Coregonus und dem Hühnchen wird wohl die Zukunft Aehnliches ergeben, wie ich es für Rana u. s. w. aufgestellt habe. Betreffend den erstern wird *Vogt*, da er seine Ansicht über Alytes nicht wird halten können, schwerlich geneigt sein, die Rolle, die er wohl hauptsächlich im Vertrauen auf denselben den Keimflecken des Coregonus zuschrieb, weiter zu vertheidigen, wie ich es vorschlug, seine »Cellules embryonaires« als Furchungskugeln betrachten, und dessnahen, da er deren unmittelbaren Uebergang in die Zellen des Embryos gesehen hat, noch selbst für die Identität und das genetische Verhältniss der Gebilde sich furchender Eier und junger Embryonen sich aussprechen. Anbelangend der schwierigen Verhältnisse des Vogeleies, so erlaube ich mir, da eigene Erfahrungen mir ganz abgehen, nur eine kurze Andeutung, wie ich die Entwickelung desselben mir vorstelle. Einmal halte ich mich für fest überzeugt, dass kein Theil des unbefruchteten Eies, möge er nun heissen, wie er wolle, und noch so zellenähnlich sein, als solcher an der Bildung des Embryos Antheil nimmt, denn diess würde in zu hohem Maasse gegen alles, was uns ruhige Beobachtung bei andern Thieren gezeigt hat, streiten. Auch würde *Reichert*, der zuerst diese Annahme aufstellte, sicherlich nicht zu derselben gelangt sein, wenn er nicht von der ganz unrichtigen Voraussetzung ausgegangen wäre, dass die Furchung des Froscheies noch nicht zur Entwickelung des Embryos gehöre, und die Furchungskugeln, wenn auch nicht seiner ausgesprochenen Meinung nach, doch de facto als Theile des unbefruchteten Eies angesehen hätte. Meiner Ansicht nach beginnt die Entwickelung des Hühnchens mit einer durch die Entstehung von einer Generation von Embryonalzellen nach der anderen beginnenden, partiellen, auf einen sehr geringen Theil des Embryonalpoles ausgedehnten Furchung, die bis dahin noch von keinem Forscher gesehen wurde; dann bildet sich der sogenannte Keim, die Keimschicht oder das Keimblatt, indem die Furchungskugeln sich in der Fläche vermehren und zugleich kleiner werden; endlich der Embryo, indem die Kugeln zu den Anlagen verschiedener Organe sich erheben, und die den Dotter umhüllenden Gebilde, indem sie sich immer weiter in die Fläche ausdehnen. — So viel in Kürze; sobald ich Musse gewinne, werde ich es mir angelegen sein lassen, meine Annahmen durch Beobachtungen entweder zu erhärten, oder, falls sie irrig sein sollten, zu verbessern.

Da wir nun wissen, dass die ersten Zellen junger Embryonen unmittelbar aus den Furchungskugeln hervorgehen, und auch die späteren, so lange sie nicht in Gewebe sich umzuwandeln beginnen, mit denselben vollkommen identisch sind, so frägt sich noch, ob diese unmittelbar aus jenen abstammen, in welchem Falle sie also alle Nachkommen der

Furchungskugeln wären, oder ob nicht auch eine Neubildung von Zellen, die den anderen ganz gleichen, vorkomme, bei welcher Gelegenheit sich dann auch die Art und Weise, wie die Vermehrung und Verkleinerung derselben vor sich geht, am passendsten erörtern lässt. Darüber, dass die vorhandenen Furchungszellen der jüngsten Embryonen nicht schwinden, sondern Alle durch Verkleinerung in die Gebilde reiferer Embryonen übergehen, kann nicht der geringste Zweifel obwalten, denn, wie bei Sepia und Loligo, lässt sich bei Rana, Scorpio und Crangon der Uebergang Schritt für Schritt verfolgen. Was hier in Frage kommt, ist nur das, ob nicht auch neue Zellen neben den schon genannten sich bilden. *Schwann* und *Vogt* nehmen hin und wieder bei Embryonen Entstehung von Zellen im Cytoblasteme an; einiges davon werde ich hier, anderes, auf specifike Gewebe sich Beziehendes, nachher berühren. *Vogt* sagt (Alytes, pag. 60, 61), die Erzeugung neuer Zellen scheine in der Intercellularsubstanz oder dem durch Zerstörung der früheren Zeiten entstandenen Cytoblasteme vor sich zu gehen, und namentlich lasse sich diess an der Umhüllungshaut leicht beobachten, zu der Zeit, wo sie an ihrer Oberfläche neue Zellen, die Flimmerzellen, entwickle; da er jedoch auch keine einzige Beobachtung etwa über Entstehung der Kerne u. s. w., anführt, die bewiese, dass er eine Neubildung der Zellen wirklich gesehen hat, so kömmt man auf die Vermuthung, dass er sich zu dieser Annahme nur dadurch verleiten liess, dass er viele Zellen ganz ohne Dotterkörner antraf und deren Zusammenhang mit den früheren, von Stearintafeln vollgepfropften Zellen nicht beobachtete. Einfacher ist es, anzunehmen, dass die blassen, durchsichtigen Zellen der Resorption des Inhaltes der früheren ihren Ursprung verdanken, welcher Veränderung Beginn *Vogt* an vielen Orten gesehen hat, und später an einigen Stellen Flimmerhaare trieben. Dasselbe gilt von *Schwann*, der an mehreren Orten Zellen im Cytoblastem sich bilden lässt.

Was mich betrifft, so habe ich bei Embryonen selten ein Cytoblastem gesehen und nie auch nur eine Andeutung von Thatsachen gefunden, die für eine Entstehung von gewissen Zellen, unabhängig von den vorhandenen, sprächen, und muss es daher für höchst unwahrscheinlich und in Berücksichtigung, dass auch negative Gründe durch eine grosse Zahl der Beobachtungen vollkommenere Beweiskraft erhalten, fast für gewiss halten, dass Neubildung von Zellen bei Embryonen im Cytoblasteme nirgends sich findet. Doch hüte man sich wohl, sich nicht durch den Schein von dieser Ansicht abbringen zu lassen; es gibt viele Embryonaltheile, in denen, wie ich es schon oben angab, beim ersten Blicke und oft auch bei genauem Zusehen nichts als Dotterkörner wahrzunehmen sind, die nur zu leicht für structurloses Cytoblastem gehalten werden könnten; hier kann man erst durch verschiedenartige Vorbereitungen, durch Zerstören des zusammenhängenden Gewebes, Quetschen desselben, am besten und sichersten aber durch Essigsäure die Zellen und deren Theile zur Anschauung bringen.

Sind also die vorhandenen, von den Furchungskugeln abstammenden Zellen das einzige wirksame Agens bei der Vermehrung derselben, so kann man sich denken, dass dieselbe durch endogene Zellenbildung, oder Theilung der Zellen bewirkt werde. Für ersteres spricht sich *Reichert* an vielen Orten seines »Entwickelungslebens« aus und bildet auch daselbst, Tab. I, Fig. 7, eine Mutterzelle der Leber eines jungen Frosches ab, die Kügelchen, Kerne und junge Zellen enthielt. *Schwann* sah bei den indifferenten Zellen der Embryonen endogene Zellenbildung nur bei den Bildungszellen der Linsenfasern (Mikroskop. Unters., pag. 100), wo er zwei kernlose Zellen, und in der äusseren Haut der Froschembryonen (pag. 83), wo er eine kernhaltige Zelle in einer Mutterzelle fand. *Bischoff* konnte beim Kaninchen nirgends Bildung von Zellen in Zellen wahrnehmen (l. c., pag. 91), so wenig als *Vogt* bei Alytes und Coregonus. Auch ich, obschon ich wusste, dass je aus einer secundären oder Furchungszelle zwei neue, kleinere werden, habe dennoch nie sehen können, wie diess geschieht. Ich weiss nur, wie aus den schon angeführten Beobachtungen hervorgeht, so viel, dass die Embryonalzellen, indem ihr Kern in zwei sich spaltet, zwei junge Zellen in sich erzeugen und dann sich auflösen; wie dann aber aus der mit zwei Embryonalzellen versehenen Furchungszelle zweie werden, weiss ich nicht. Vermuthungsweise will ich angeben, dass es mir, in Betracht der nicht scharf ausgesprochenen Zellennatur dieser secundären oder Furchungszellen, wohl möglich scheint, dass ihre Vermehrung immer noch vor sich gehe, wie die der Furchungskugeln selbst, so nämlich, dass durch den Einfluss der zwei Embryonalzellen die körnige oder homogene Masse derselben in zwei Haufen sich spalte, von denen je einer um eine primäre Zelle sich herumlege. Sollten jedoch diese indifferenten Zellen der Embryonen an einigen Orten oder bei gewissen Thieren wirklich Membranen besitzen, wovon ich mich zwar noch nicht überzeugen konnte, was aber von einigen Forschern behauptet wird, so würde ich dann glauben, dass diese wirklich durch ächte, endogene Zellenbildung um die, ebenfalls durch solche entstandenen zwei Embryonalzellen entstehen, denn es wäre zu gewagt, auch in diesem Falle eine Theilung annehmen zu wollen, da, wenigstens meiner individuellen Ansicht nach, weder die Thier- noch Pflanzenphysiologie ein glaubwürdiges Beispiel von der Theilung ächter Zellen, gegen die ich übrigens a priori gar nichts einzuwenden habe, aufzuweisen hat.

Fassen wir nun die bis hieher gewonnenen Resultate noch einmal zusammen, so ergibt sich, dass alle Thatsachen, die ich oben bei Sepia und Loligo bekannt machte, und die Ansichten, die ich über den Gang der Entwickelung der Elementartheile ihrer jungen Embryonen aufstellte, auch für diejenigen der verschiedenartigsten andern Thiere Gültigkeit haben, indem dieselben in vorgerückterer Zeit durch und durch aus gleichmässigen Gebilden, nämlich den secundären oder Furchungszellen (*Schwann*'s Zellen), den Embryonal- oder primären Zellen (*Schwann*'s Kernen) und deren Kernen (*Schwann*'s Kernkörperchen)

zusammengesetzt sind, welche mit den Furchungskugeln vollkommen übereinstimmen, und in unmittelbarer Reihenfolge davon abstammen, dadurch, dass diese in Folge der Entstehung einer Generation von Embryonalzellen nach der anderen in ihnen immerfort durch Theilung oder endogene Zellenbildung sich vermehren und verkleinern. Und wie ich früher bei Sepia den ganzen Lebenslauf der Furchungskugeln und Furchungszellen als Furchung betrachtete, mit anderen Worten dieselbe als die Bildungszeit einer ungeheuren Zahl einfacher, gleichartiger Elemente ansah, so kann ich auch bei den übrigen hier besprochenen Thieren von der Bildung der ersten Embryonalzelle und Furchungskugel an bis zur Entstehung der letzten Furchungszellen nur Einen, dem innersten Wesen nach vollkommen gleichen Hergang erkennen, obschon ich nicht läugnen will, dass dieses eine Grundphänomen der Furchung verschiedene Stufen durchlaufe, die durch grössere oder geringere Modificationen unterschieden sind. So z. B. scheidet sich bei der vollkommenen Furchung der Anfang derselben von den späteren Zeiten, wo der Embryo sich zu bilden beginnt, dadurch, dass erst einzig und allein Vermehrung der Elemente, nachher neben dieser auch verschiedene Combinationen derselben zur Anlage der wichtigsten Organe angestrebt werden; dann ist wohl auch das Leben der Furchungselemente in den verschiedenen Perioden verschieden, sofern wenigstens die späteren wirklich Membranen besitzen und nicht durch Theilung, sondern endogene Zellenbildung sich vermehren sollten: doch ist diess und anderes, was sich noch anführen liesse, nicht von Belang, und wir werden immerhin anerkennen, dass das innerste Wesen der Furchung in allen Zeiträumen, die sie durchläuft, überall sich gleich bleibt.

Ich komme nun zur Besprechung des endlichen Schicksales der Furchungskugeln, oder, wie ich sie später genannt habe, in der Ahnung, dass sie vielleicht wahre Zellen sein könnten, der Furchungszellen der Sepien und der entsprechenden Gebilde der von mir in die Vergleichung gezogenen Thiere. Das Specielle über Sepia und Loligo habe ich schon im Anfange dieses Abschnittes beigefügt; es bleibt mir also nur noch übrig, dasselbe unter allgemeine Gesichtspuncte zu bringen.

Die Furchungszellen gehen auf zweierlei Weise in die verschiedenen, specifiken Gewebe über, entweder unmittelbar mit allen ihren Theilen, oder mittelbar nach Auflösung der eigentlichen Furchungszellen durch die Embryonalzellen; eine dritte Umwandlung, die ich jedoch nur einmal sah, ist die, dass sie ganz sich auflösen und in eine homogene Flüssigkeit sich umwandeln. Was die Gewebe betrifft, in welche die Furchungszellen als solche eingehen, so sind sie von zelliger, röhriger und faseriger Natur. Zu den ersten gehören das Flimmer- und Pflasterepithelium der äusseren Haut, das Pflasterepithelium des Darmes, das Pflaster- und Cylinderepithelium der Linsengrube, die Zellen der Kiefer, des Retinapigmentes, der Fettmasse des Auges, der beiden Leberhälften, die Stäbchen der Retina und die Ganglienkugeln. Am frühesten von diesen allen entwickeln sich die Epithelium-

zellen, die auch überhaupt die ersten Zellen sind, die von den Furchungszellen sich unterscheiden, und von allen eigenthümlichen Geweben des Embryos zuerst entstehen. Sobald die Furchungskugeln oder Furchungszellen in dieselben übergehen wollen, bekommen sie ganz bestimmte Membranen, wachsen unter theilweiser Verzehrung ihres Inhaltes, und treiben da, wo Flimmerepithelium sich bildet, Büschel von Flimmerhaaren aus ihrer äusseren Wand. Bemerkenswerth ist hierbei ein Umstand, den ich oben nicht erwähnte, dass nämlich mit der Vergrösserung der Zellen die Embryonalzellen derselben nicht auch in demselben Maasse zunehmen, sondern bald mit ihrer Ausdehnung einhalten, manchmal ihre Kerne verlieren und in mehr homogene Körper sich umzuwandeln scheinen, was darauf hinzudeuten scheint, dass jetzt diese Zellen nicht mehr functioniren, eine Annahme, die durch den Umstand, dass man jetzt nirgends mehr zwei derselben in einer Zelle und selten zwei Kerne in ihnen trifft, nur bestätigt wird. Von den Zellen der Leber, des Retinapigmentes und den Ganglienkugeln, falls die Zellen, die ich oben beschrieb, solche gewesen sein sollten, gilt dasselbe, was ich vom Epithelium sagte, nur dass hier die aus den Furchungszellen hervorgegangenen Zellen wenig sich ausdehnen, unveränderte Embryonalzellen besitzen und mit eigenthümlichem Inhalte sich füllen. Doch muss ich bemerken, dass es mir nicht ganz ausgemacht ist, ob die Leberzellen reifer Embryonen als specifikes Gewebe zu betrachten sind, da von gelblicher Färbung oder ölartiger Beschaffenheit ihres Inhaltes, wie bei erwachsenen Sepien, nichts zu sehen ist, und ihre Zellen, dem Anscheine nach, ganz den Charakter der früheren Furchungszellen besitzen. Die Zellen der Fettmasse der Augen, wahre Fettzellen, bilden sich ebenfalls dadurch, dass die secundären Zellen Membranen und eigenthümlichen Inhalt bekommen und ihre Embryonalzellen verlieren. Die Zellen der Kiefer endlich machen eine besondere Reihe von Veränderungen durch, indem sie aus Epitheliumzellen länglich und platt werden, sich aneinander reihen, ihre Embryonalzellen verlieren und zuletzt mit einander in fast homogene, undeutlich faserige Membranen verschmelzen.

Den Uebergang der Furchungszellen in röhrige Gebilde sah ich nur an einem Orte, nämlich bei den Gefässen, in der Weise, dass dieselben entweder unmittelbar (grössere Gefässe), oder erst durch strahlige Auswüchse (Kapillaren) mit einander verschmolzen. Die Wandungen der Gefässe schienen während dieses Vereinigungsprocesses sich zu bilden, oder traten wenigstens jetzt erst deutlicher hervor, während die Embryonalzellen, die an ihnen hafteten, ihre Eigenthümlichkeiten, die Bläschennatur und die Kerne, verloren, homogen und kleiner wurden und sich endlich ganz auflösten. — Eine analoge Entstehungsweise kommt vielleicht auch einigen Drüsen der Tintenfische, namentlich den Speicheldrüsen, zu; wenigstens ist es mir nach den über die Entwickelung der Drüsen bereits vorliegenden Thatsachen nicht unwahrscheinlich, dass die grossen, polygonen Zellen, welche die Speicheldrüsen von Loligo bilden und in ähnlicher Weise aus den Furchungszellen hervorgingen,

wie die des Epithelium, später durch Resorption eines Theiles ihrer Wandungen in die Gestalt der traubigen Drüse der Erwachsenen übergehen.

Die Fasergebilde, welche Furchungszellen ihren Ursprung verdanken, sind: die Fasern der willkürlichen Muskeln, des Herzens, der Gefässe, des Darmes, des Zellgewebes, der Argentea und vielleicht die der Knorpelhaut des Auges, endlich die Nerven- und Linsenfasern. Der Vorgang, der hiebei stattfindet, ist überall in sofern der nämliche, als die secundären Zellen, ohne deutliche Membranen zu erhalten, durch Auswachsen nach beiden Seiten in Fasern sich verlängern und die Embryonalzellen ihre Kerne einbüssen, homogen und länger werden, manchmal noch geraume Zeit in Gestalt kurzer, dicker Fasern persistiren, oder resorbirt werden. Die erkennbaren Unterschiede der verschiedenen Gewebe, die in der Breite und Dicke, dem Gefüge, der Farbe, Mischung, Gruppirung, dem geraden oder geschlängelten Verlaufe der Fasern u. s. w., liegen, lassen sich zum Theile aus den verschiedenen Weisen, wie die Zellen auswachsen und sich an einander lagern können, erklären — so z. B. werden, wenn die Zellen nach kurzer Verlängerung verschmelzen, breitere Fasern entstehen, als wenn sie vorher sich sehr in die Länge ziehen, platte Fasern dann sich bilden, wenn platte Zellen an ihren Enden sich gleichmässig verlängern, oder cylindrische nur in der Richtung einer Ebene, die durch ihre Längenaxe geht, auswachsen, cylindrische endlich, wenn Zellen nur mit dem Mittelpuncte ihrer Enden wachsen u. s. w. — zum Theil sind dieselben vielleicht auch in Verschiedenheiten der Zellen schon vor dem Auswachsen begründet, so z. B., dass kleinere Zellen zarte, grössere dicke Fasern hervorbringen, cylindrische Zellen in drehrunde, platte in zusammengedrückte Fasern übergehen. Unter den aufgezählten Gebilden gehören wohl die vier ersten in eine und dieselbe Kategorie der Muskeln, wenn schon die einen höchst wahrscheinlich, wie bei den höheren Thieren, nicht willkürlich beweglich sind, wie die anderen; denn ihre anatomischen Charaktere sind durchaus die nämlichen. Die drei folgenden betrachte ich als Modificationen des Bindegewebes und die letzten als von eigenthümlicher Art.

Die zweite Abtheilung der Gewebe der Sepien, die aus den primären oder Embryonalzellen hervorgehen, sind zelliger und faseriger Natur. Zu den ersten rechne ich nur mit Bedenken die unter der Schale gelegene Schicht kleiner Zellen, von denen ich angab, dass sie möglicherweise an der Secretion derselben Antheil nehmen, denn es ist leicht denkbar, dass dieselben ganz anderen Zwecken dienen und später noch in Fasern sich umbilden. Mit grösserer Sicherheit kann man das erste Knorpelgewebe hieher ziehen, das, wie ich sagte, in seiner ersten Anlage aus einer homogenen Grundsubstanz, die aus den Resten der secundären Zellen hervorging, und grossen Zellen, den höher entwickelten Embryonalzellen, besteht und vielleicht so zu der Knorpelmasse reifer Thiere wird, dass in den Embryonalzellen, wie auch früher schon, eine Brut junger Zellen sich bildet. — Zu den Fasern gehören die der Lederhaut und der Rückenschicht der Schale von Sepia. Es

haben dieselben, da, wie ich schon angab und weiter unten noch ausführlicher darthun werde, die Embryonalzellen den Kernen von *Schwann* entsprechen, durchaus den Charakter der von *Henle* aufgestellten Kernfasern, mit der einzigen Ausnahme, dass hier die Embryonalzellen nach Auflösung der secundären Zellen, also ganz unabhängig, für sich ihre Entwickelung beginnen und vollenden, was übrigens auch *Henle* an einigen Orten gesehen hat.

Endlich erwähne ich noch der wenigen Fälle, wo die Furchungs- und Embryonalzellen ganz untergehen. Es findet diess statt in den Gehörkapseln, wo sie der Gehörflüssigkeit Platz machen, und in den Venenanhängen, wo sie in eine fettartige Masse sich umwandeln und zerfallen.

Wenn demnach aus meiner Untersuchung der gesammten Gewebeentwickelung hervorgeht, dass die Furchungskugeln und die specifiken Gewebe der Sepienembryonen die Endpuncte der in ununterbrochener Reihe auseinander hervorgehenden Gestaltungen eines und desselben Elementarorganes sind, so wirft sich vor Allem die grosse Frage auf, ob auch beim erwachsenen Thiere ein solches Elementarorgan und eine Verknüpfung desselben mit denen der Embryonen sich finde, mit anderen Worten, in welcher Beziehung die Zellen und Zellenbildung der Erwachsenen zu denen der Embryonen stehen. Da ich aus den wenigen Thatsachen, die ich bei den Sepien gesammelt habe, diese Frage unmöglich genügend beantworten kann, so wende ich mich zu den genauer untersuchten, höheren Thieren, von denen ich nach dem bis jetzt Angeführten bis zum Momente der Bildung der speciellen Gewebe wenigstens von den Batrachiern und Säugethieren und meiner Ansicht nach auch von den übrigen eine mit der der Cephalopoden übereinstimmende Entwickelung annehmen darf.

Zuvor muss ich jedoch angeben und durch Beweise darthun, dass es aus den Beobachtungen von *Schwann*, *Henle* und *Valentin*, von *Vogt*, *Reichert* und meinen eigenen zur Genüge hervorgeht, dass auch hier die mannigfachen Gewebe fast Alle aus den oben beschriebenen, gleichartigen Furchungszellen der Embryonen sich herausbilden. Nehmen wir erst den Frosch als dasjenige der höheren Thiere, dessen Furchung am gründlichsten studirt worden ist, so wissen wir durch *Reichert*, dessen Beobachtungen *Bergmann* (*Müller*'s Archiv, 1841, pag. 99) bestätigt hat, dass die Oberhaut, das Darmepithelium, die ersten Blutzellen, die Muskeln unmittelbar aus Furchungskugeln hervorgehen; ich selbst kann diesen Angaben noch die Zellgewebebündel, die Zellen der Chorda dorsalis, des ersten Knorpelgewebes, der Leber, des schwarzen Pigmentes, die aus Furchungszellen, und die Kernfasern, die aus den Embryonalzellen sich bilden, beifügen. *Schwann* ist es in seinem reichhaltigen Werke gelungen, die Entstehung fast aller Gewebe höherer Thiere aus Gebilden darzuthun, die, wie ich schon gezeigt habe, bei einigen ganz gewiss, bei andern höchst wahrscheinlich mit meinen Furchungszellen dieselbe Entstehung und Bedeutung besitzen, Beobachtungen, die *Valentin* und *Henle* durch viele eigene Erfahrungen erweiter-

ten, letzterer namentlich noch eigenthümlichen Umbildungen der Kerne, meiner Embryonalzellen, hinzufügte. Auch *Vogt*, obschon er offenbar den Furchungszellen viel zu wenig Wichtigkeit für die Gewebebildung zuschreibt, hat bei Coregonus doch an manchen Orten deren Umwandlung gesehen. Ihnen verdanken, wie mir aus seinen Angaben als wahrscheinlich erscheint, die Pigmentzellen des Auges (pag. 81), die schwarzen und braunen Pigmentzellen der Haut (pag. 144 sqq.), die Epidermiszellen, die strahligen, pigmentlosen Zellen (pag. 147) und die Muskelfasern (pag. 150) ihren Ursprung. Beim Alytes scheint es nach dem, was *Vogt* über einige Gewebe mitgetheilt, als ob die Furchungszellen nirgends in die eigentlichen Gewebe sich umwandelten, sondern alle sich auflösten, und erst aus den in diesem neuen Cytoblastem entstandenen Zellen die Muskeln, Knorpel u. s. w. hervorgingen, und nur von den Blutzellen und den Zellen, aus denen die Zähne des Alytes hervorgehen, darf man annehmen, dass sie freigewordene Embryonalzellen sind. Allein offenbar legt *Vogt* den Furchungszellen viel zu wenig Wichtigkeit für die Gewebebildung bei und hat seine Annahme von der überall vor derselben auftretenden Auflösung derselben durch wenig beweisende Gründe unterstützt (vide Alytes, pag. 61, 105). Ich wenigstens habe beim Frosche, bei dem gewiss Niemand eine wesentliche Verschiedenheit von Alytes voraussetzen wird, die Entstehung aller Gewebe, die *Vogt* aus neuem Cytoblastem sich bilden lässt, unmittelbar aus den secundären Zellen hervorgehen sehen, und erwähne diess noch insbesondere von den ersten Zellen der Chorda dorsalis und der Knorpel, deren weitere Modificationen ich übrigens nicht verfolgte. Auch bei der Eidechse sah ich die Zusammensetzung der Chorda aus grossen Zellen mit Kernen und Kernkörperchen, an denen man aufs schönste den Uebergang in die indifferenten, gleichförmigen Zellen nachweisen konnte, die alle Theile junger Embryonen bildeten und die ich oben gewiss mit Recht als directe Nachkommen der Furchungskugeln, als secundäre Zellen sammt Embryonalzellen, betrachtete.

Da wir nun mit Bestimmtheit wissen, dass bei Sepia, Loligo und Rana, und fast gewiss auch bei Lacerta und den Säugethieren, in sofern nämlich hier, wie ich gezeigt zu haben glaube, die Bildungszellen der Gewebe wirklich Furchungszellen sind, die besonderen Gewebe alle aus den Furchungszellen hervorgehen, so dürfen wir uns, wie mir scheint, wohl über einige Zweifel, die im Betreffe von Alytes und Coregonus sich erheben, hinwegsetzen und es als Gesetz aussprechen, dass die Gewebe in einer unmittelbaren Reihenfolge von Veränderungen aus den Furchungskugeln entstehen. Es ist uns demnach gelungen, für das ganze Embryonalleben, von der Entstehung der ersten Furchungskugel an bis zu dem mit den mannigfaltigen Geweben versehenen Embryo, ein Princip für die Bildung seiner Elemente aufzustellen, zu zeigen, dass in einer ununterbrochenen Reihe durch fortgesetzte Differenzirung das Complicirteste aus dem Einfachsten wird, und so ein Gesetz, das im Weltall herrscht, auch im Einzelorganismus nachzuweisen.

In Beantwortung der vorhin aufgestellten Frage nun über den Zusammenhang zwischen der ersten Bildung der Gewebe bei Embryonen und dem Wachsthume und der Entstehung derselben bei reifen Thieren gehe ich von vorne herein von der Annahme aus, dass auch die Veränderungen, die bei den letzteren stattfinden, ohne Neubildung von Zellen, sondern nur durch den Verbrauch oder die Thätigkeit schon vorhandener, von den Furchungszellen abstammender vor sich gehen, weil ich dieselbe, der Analogie nach, für viel wahrscheinlicher halte, als die andere, gegen die ich übrigens sonst keinen aprioristischen Grund aufzustellen wüsste, und betrachte zuerst diejenigen Gebilde, die nur beim wachsenden Thiere zunehmen, und dann die, welche auch beim reifen Thiere wachsen und neu entstehen. Von diesen ersten, zu denen ich das Pigment, die Stäbchen und Zellen der Retina, die Knorpel, Knochen, Zähne, Drüsen, Gefässe, das Zellgewebe, elastische Gewebe, die Muskeln, die Fasern der Hornhaut, Linse, Zonula Zinnii, die Nervenfasern und Ganglienkugeln rechne, ist es meist sehr schwer zu sagen, wie sie wachsen, da noch sehr wenige, in diesem bestimmten Sinne angestellte Untersuchungen vorliegen, so dass es mir kaum möglich sein wird, irgendwo zu einer ganz sicheren Erkenntniss zu kommen, und ich mich damit begnügen werde, auf das Mögliche und Wahrscheinliche aufmerksam zu machen. Von einigen Geweben ist es nicht einmal ausgemacht, ob sie durch Vergrösserung der schon vorhandenen Elementartheile oder durch Neubildung solcher wachsen; so von den Muskeln und Nerven. Man weiss nicht, ob in denselben, so lange sie noch nicht ausgebildet sind, Zellen vorkommen, die möglicherweise Bildungszellen sein könnten, und ebenso unsicher ist es, ob die Thatsache, die wir durch *Leeuwenhoek* u. A. kennen*), dass Muskelprimitivbündel junger Thiere feiner sind, als die der Erwachsenen, und die Beobachtung *Harting*'s **), dass die Nervenprimitivfasern erwachsener Thiere $\frac{1}{2}$ bis 1mal dicker sind, als die junger, genügen, um das Wachsthum der Nerven und Muskeln zu erklären; denn angenommen, dass diese Theile wirklich ohne Bildung neuer Elementartheile sich vergrössern, so wissen wir ja nicht, wie gross sie in dem Momente waren, wo sie aus ihrer ersten Anlage zur vollkommenen Eigenthümlichkeit sich durchgebildet hatten und kennen auch die Differenz dieser Grösse von derjenigen, die sie bei vollendeter Entwickelung zeigen, nicht. Wüssten wir z. B., dass der Ischiadicus der reifen Kröte zu dem des jungen Thieres in dem Momente, wo seine Fasern ganz ausgebildet sind, sich eben so verhält, wie die Primitivfasern beider Nerven, nämlich dass er noch einmal so dick ist, so wäre die Frage erledigt und gegen eine Neubildung von Fasern entschieden. Allein bei der Unkenntniss, in der wir über diese Verhältnisse schweben, ist es nicht möglich, sich für die eine oder andere der gemachten Annahmen auszusprechen. Von anderen Geweben,

*) *Henle*, Allg. Anat., pag. 768.
**) l. c. pag. 603.

von denen fast sicher anzunehmen ist, dass sie nicht durch Vergrösserung der schon vorhandenen Elementartheile wachsen, wie vom geformten Bindegewebe, den Fasern der Hornhaut, weiss man ebenfalls nicht, ob sie bei jungen Thieren während der ganzen Periode des Wachsthums zwischen sich oder in ihrer nächsten Umgebung Zellen enthalten, welche zu ihnen im Verhältnisse von Bildungszellen stehen könnten. Bei anderen hat man solche gefunden; man denke nur an die Zellen an der Oberfläche der Zahnpulpa, aus denen nach gebildeter Krone die Wurzeln nachwachsen, an die um die Linse gelagerten Zellen, aus denen die Fasern derselben sich bilden, an das Epithelium der Gefässe, dessen Zellen nach *Henle* *) wahrscheinlich zur gestreiften und Längsfaserhaut werden, an die Kerne mit Kernkörperchen **) (primäre Zellen), aus denen die Ringfaserhaut entsteht; ferner gehören vielleicht in diese Kategorie von Bildungszellen für spätere Zeiten die dritte Art von Zellen, die *Schwann* ***) im Bindegewebe fand, die in dem Zellgewebe, das die elastischen Bänder umgibt, persistirenden Kerne, die unter Verdrängung des Zellgewebes in diese sich umwandeln können, und die Kerne oder Zellen, die *Henle* in der Zonula Zinnii entdeckte ****), die vielleicht Reste des Bildungsstoffes der Fasern derselben sind. Was die übrigen noch nicht berührten Gebilde betrifft, so ist es von den Knorpeln ziemlich gewiss, dass sie durch endogene Zellenbildung wachsen und von den Ganglienkugeln nicht unwahrscheinlich, dass sie auf ähnliche Weise sich vermehren; da in ihnen nach *Remak* und *Valentin* nicht selten zwei Kerne vorkommen *****) und dieselben selbst oft wie in der Theilung begriffen gefunden werden. Beim Pigmente und den blinddarm- und traubenförmigen Drüsen, die, wie aus *Henle*'s und meinen Beobachtungen hervorgeht, höchst wahrscheinlich durch Verschmelzung von Zellen sich bilden, kann möglicher Weise dasselbe stattfinden; bei den Drüsen nämlich würden in den endständigen oder oberflächlichen, mit der Drüsenhöhlung noch nicht communicirenden Zellen, von denen *Henle* in seiner Allgem. An., Taf. V, Fig. 14 D und 16 a, und ich in *Müller*'s Archiv, 1843, Taf. VI, Fig. 20 Abbildungen gegeben haben, Generationen von jungen Zellen sich bilden, von denen, nach Auflösung der Mutterzellen, die inneren durch Verschmelzung mit den schon gebildeten wahre Drüsenbläschen würden, die äusseren als Zellen persistirten und bald wieder zu Mutterzellen sich ausbildeten. Auch das Wachsthum der Leber kann man gewiss, ohne fehl zu gehen, der Thätigkeit ihrer Zellen zuschreiben, da *Henle*'s Beobachtungen von häufigem Vorkommen von zwei Kernen in einer Zelle und von Zellen, deren Höhlen mit einander

*) Allgem. Anat. pag. 494, 496.
**) l. c. pag. 498.
***) Mikroskop. Unters., S. 133 ff.
****) l. c. pag. 332.
*****) *Schwann*'s mikroskop. Unt., pag. 171; *Wagner*'s Handwörterb. d. Phys. I, pag. 692.

communiciren*), deutlich auf Vermehrung der Zellen von sich aus, sei es durch endogene Zellenbildung oder Theilung, schliessen lassen. Von den netzförmigen Drüsen, die, wie ich an den Nierenkanälchen von Mäuseembryonen sah, durch Verschmelzung von Kernzellen sich bilden, was übrigens schon aus *Henle*'s Beobachtung der structurlosen Membran derselben anzunehmen war, kann man, wie bei den anderen Drüsen, annehmen, dass sie an ihren blinden Endigungen, deren Existenz nach den Beobachtungen von *Lauth, Krause, Berres* und besonders *Müller*'s bei den Hoden und von *Müller, Krause* und *Wagner* bei den Nieren**), nicht bezweifelt werden kann, durch freie, noch nicht mit den Kanälchen communicirende Zellen wachsen, wofür auch die Beobachtung, die ich an den Nierenkanälchen von Mäuseembryonen machte, dass nämlich an den blinden Endigungen derselben, die, beiläufig gesagt, sehr leicht zu sehen sind, stets freie, noch nicht mit der Höhlung der Kanälchen verschmolzene Zellen gefunden werden, zu sprechen scheint. Was endlich noch die Knochen betrifft, so ist für die röhrigen und platten ganz einleuchtend, dass das Längenwachsthum der einen, das in der Fläche der anderen aus der zwischen der Diaphysis und den Epiphysen und zwischen den Nähten befindlichen Knorpelscheibe vor sich geht, die, wie die Knorpel überhaupt, durch endogene Zellenbildung fortwährend neue Zellen bildeten, die nach einander zu Knochen versteinern; anbelangend die Zunahme dieser Knochen in die Dicke dagegen, so sind hierüber noch keine Thatsachen bekannt geworden; möglicherweise könnte, so lange eine solche fortdauert, unter dem Periosteum ebenfalls eine dünne Knorpellage sich finden.

Gehen wir nun zu den Geweben über, die auch im ausgebildeten Thiere noch fortwachsen, oder neu sich bilden, und betrachten wir zuerst die zwei Gruppen von Elementartheilen, die in den Flüssigkeiten der verschiedenartigen Kanäle des Körpers sich finden. Was zuerst die Zellen der Lymphe und des Chylus, und die davon abstammenden Blutzellen, betrifft, so sind dieselben einfach als Zelleninhalt anzusehen, da für die Anfänge der Lymph- und Chylusgefässe, in denen dieselben sich bilden, wohl ebenso sicher anzunehmen ist, wie bei den Kapillargefässen, dass deren structurlose innerste Haut aus den Wandungen verschmolzener Zellen sich bildete, und demnach die Höhlung dieser Gefässe als eine zusammengesetzte Zellenhöhle, die Lymph- und Chyluskörperchen als endogene Zellen betrachtet werden müssen. Dasselbe gilt auch von den Zellen der Drüsenhöhlen, da die Drüsen ebenfalls, noch gewisser als die feinen Gefässe, dem Verschmelzen von Zellen ihren Ursprung verdanken. Schwieriger ist es, von den anderen Geweben nachzuweisen, dass sie durch die zellenbildende Thätigkeit von Gebilden, die den Charakter von Zellen an sich tragen, oder von wirklichen Zellen sich vermehren: so von den Epithelien, Nägeln,

*) Allgem. An., pag. 903.
**) l. c. 929.

Haaren und Fettzellen. Bei den ersten kennen wir nur wenige Thatsachen, die bestimmter dafür sprechen, dass die Zellen der untersten, jüngsten Schichten keine Neubildung sind und nicht in einem Cytoblasteme entstehen, sondern durch fortwährende endogene Zellenbildung sich vermehren; ich rechne hieher die von *Valentin* *) und *Schwann* **) gemachte Beobachtung, die ich durch Eine Erfahrung an dem Epithelium der menschlichen Cornea bestätigen kann, von zwei Kernen, ja nach *Schwann* (l. c.) selbst von einer vollkommenen, in einer andern eingeschlossenen Zelle, und *Henle*'s Entdeckung von der Spaltbarkeit der Kerne einiger Zellen der jüngsten Epitheliumschichten, welche, wie das Spätere lehren wird, als durch das Vorhandensein von zwei gesonderten Kernen bedingt betrachtet werden muss. Auch beim Cylinderepithelium scheinen, nach einigen Beobachtungen von *Henle* und nach *Valentin* doch meist einige, wenn auch wenige Schichten vorzukommen, in welchem Falle dann die fortwährende Regeneration der abfallenden Cylinder durch die zellenbildende Thätigkeit der jungen Lagen vor sich gehen könnte; im Falle aber wirklich an einigen Stellen nur eine Schicht vorhanden sein sollte, so müsste, wenn man nicht Neubildung von Zellen annehmen will, die Vermehrung derselben den fertigen Cylindern selbst zugeschrieben werden; eine Annahme, für die vielleicht *Valentin*'s Wahrnehmung ***) von zwei, selbst noch mehreren verschmolzenen Cylindern anzuführen ist. Wie beim Epithelium ist es endlich auch bei den structurverwandten Nägeln und Haaren möglich, und, meiner Ansicht nach, wahrscheinlich, dass beide nicht durch Neubildung von Zellen, sondern durch fortgesetzte endogene Zellenbildung, hier in den Zellen der Matrix, da in denen der Haarpulpa oder der Haarwurzel, wachsen.

Wenn ich nun auch hier von vielen Geweben mit vollkommener Gewissheit oder grosser Wahrscheinlichkeit gezeigt habe, dass sie auch nach dem embryonalen Leben durch die zellenbildende Thätigkeit vorhandener Zellen oder zellenartiger Theile wachsen und sich vermehren, und für fast alle anderen wenigstens die Möglichkeit solcher Vorgänge nachweisen konnte, so bin ich damit doch mit meinem Vorhaben nicht zu Ende, indem noch ein wichtiger Hauptpunkt zu beweisen übrig bleibt, der nämlich, dass diese Bildungszellen wirklich die Nachkommen der Furchungs- und Embryonalzellen reifer Embryonen sind. Ein vollgültiger Beweis lässt sich hier fast nirgends geben; ich will daher, um mich nicht zu sehr in Abschweifungen zu verlieren, nur so viel andeuten, dass, wenn man vor Allem von der vollkommenen Uebereinstimmung der Furchungszellen mit den sogenannten Bildungszellen (diejenigen ausgenommen, die eigenthümliche Natur haben, wie die Knorpelzellen u. s. w., von denen ich schon früher die Abstammung von den Furchungszellen nach-

*) *Wagner*'s Handwörterbuch der Physiologie, pag. 647.
**) Mikroskop. Unters., pag. 83.
***) *Wagner*'s Handwörterbuch d. Physiologie, pag. 659.

wies) in allen ihren anatomischen Charactern ausgeht, wenn man bedenkt, dass die ersten Zellen der Embryonen unmittelbar aus den Furchungskugeln hervorgehen, und in ununterbrochener Reihenfolge endogener Bildungen in die Zellen und Gewebe reifer Embryonen sich umwandeln, wenn man endlich an das so eben Erkannte sich erinnert, dass auch die Gewebe Erwachsener wahrscheinlich durch dieselbe Zellenthätigkeit wachsen und entstehen, man wohl mit mir geneigt sein wird, in der ganzen Reihe der Entwickelung der Gewebe der Thiere, gerade wie bei den Pflanzen Allen, wo nach den besten Beobachtern, namentlich *Schleiden* und *Nägeli*, keine Zellenbildung ausserhalb der schon vorhandenen sich findet, die ununterbrochene Folge von Veränderungen ursprünglich gleichbedeutender, und alle von Einem ersten abstammender Elementarorgane zu sehen.

Zum Schlusse dieser Erörterung erlaube ich mir noch die Bemerkung, dass ich das viele Hypothetische, welches in meiner Annahme sich findet und die vielen Lücken derselben nicht verkenne und es wohl fühle, dass ich dieselbe kaum auch für die pathologischen Bildungen werde durchführen können; allein letzteres ist kein Grund dagegen, denn das Abnorme muss ja vielmehr dem Normalen entgegengesetzt sein, und was das erste betrifft, so habe ich doch die Beruhigung, aus vielen, mit Sicherheit erkannten Thatsachen mit Consequenz eine Masse zerstreuter Beobachtungen verknüpft und zu einem Bilde vereinigt zu haben, das wenigstens den Vorstellungen, welche unser Geist auf seinem jetzigen Standpunkte von den lebenden Organismen und ihrer Einheit mit der gesammten Schöpfung und deren Gesetzen sich bildet, entsprechen wird. Und sollte auch manches von dem jetzt noch für richtig und wahr Gehaltenen später zu einer geläuterten Erkenntniss erhoben werden, so bin ich doch dessen gewiss, dazu einen, wenn auch noch so geringen Antrieb gegeben zu haben.

Als *Schwann*, durch *Schleiden* angeregt, die Idee einer gemeinsamen Structur und Entwickelung der einfacheren Formelemente beider organischen Reiche ausgesprochen und der Erste eine umfassende Untersuchung derselben bei den Thieren unternommen hatte, war auf den ersten Blick die ganze feinere Bildung der thierischen Geschöpfe aufgehellt; Zellen erschienen als Elementarorgane und Grundlage aller, auch der differentesten Gewebe, Cytoblastem, Körner und Kerne als Uranfang und Bildungsmaterial für die Zellen. Allein bald erhoben sich bei allen, die tiefer in die Lehre von dem Zellenleben eindrangen, auf Beobachtungen gestützte Zweifel an der Richtigkeit der aufgestellten Theorie, welche die einen zu nicht unwesentlichen Umgestaltungen, andere selbst zur Verwerfung derselben führten. Unbetheiligte, die mit ruhigem Blicke dem Laufe der Dinge folgten, musste diese theilweise

Zerstörung eines schönen Gebäudes, die Aufhäufung vielen Materiales, das nicht recht zusammenpassen wollte, mit einem unangenehmen Gefühle ergreifen, manchen vielleicht den Glauben an den Erfolg der neuen Richtung der anatomischen Wissenschaften gänzlich nehmen, während auf der anderen Seite die, welche mit regem Eifer auf die Streitfrage selbst sich geworfen hatten, den Mangel einer sicheren Grundlage nur zu sehr empfanden und in Gefahr geriethen, vereinzelte Thatsachen, als die Basen neuer Theorien aufzustellen, oder gleichartige Erscheinungen, unwesentlicher Momente wegen, auf ganz verschiedene Art zu deuten. In diesem Wirrwarr konnte nur Eines helfen, und das war ein gänzliches Sichlossagen von den vorhandenen Theorien, das Zurückgehen auf den Anfang aller organischen Bildungen und eine genau prüfende und umsichtige Beobachtung des hier Sichergebenden; mit einem Worte, es musste die Ueberzeugung gewonnen werden, dass ohne Kenntniss der allerersten Entwickelung jede spätere Erfahrung auf schwankenden Füssen stehe. Niemand wird sich wundern, dass *Schwann*, als es ihm darum zu thun war, seine grosse Idee in allgemeinen Umrissen darzulegen und ihr die erste Geltung zu verschaffen, diesen nur langsam zum Ziele führenden Weg ausser Augen liess und *Schleiden*'s Theorie von der Entwickelung der Zellen und Bedeutung der einzelnen Theile derselben ohne sorgfältige Prüfung annahm; darüber jedoch darf man billigerweise erstaunen, dass er dem Kinde seines Geistes, das, wie er wohl wusste, noch mancher Pflege und sorgsamer Leitung bedurfte, um die Hoffnungen, die es erregt hatte, ganz zu erfüllen, nun seine Hand gänzlich entzogen zu haben scheint. *Henle* und *Vogt* waren die ersten, die, frei von vorgefassten Meinungen, das Zellenleben erforschten und der eine in den beständig sich neu erzeugenden gesunden und krankhaften Säften des fertigen Organismus, der andere beim werdenden Thiere ihre Erfahrungen sammelten. Auch ich betrat seit geraumer Zeit den letzteren Weg und prüfte, als die aus der Entwickelungsgeschichte hervorgehenden Resultate immer folgereicher zu werden versprachen, auch die übrigen Zellenverhältnisse erwachsener Körper. Im Folgenden will ich nun noch die Ergebnisse, die theils aus einer sorgfältigen Prüfung fremder Beobachtungen, theils aus meinen eigenen gezogen werden können, in Kürze mittheilen.

Am Ende des vorigen Excurses, der sowohl eine Prüfung der Gewebeentwickelung der Embryonen der Cephalopoden im Vergleiche mit denen anderer Thiere, als auch eine Untersuchung über die Structurverhältnisse der Embryonen und erwachsenen Thiere überhaupt enthielt, gelangte ich zu dem Resultate, dass die einfacheren und noch keinen specifiken Character an sich tragenden Elemente der Thiere alle in ununterbrochener Reihe von einander abstammen und je die späteren aus den früheren hervorgehen, indem ich zeigte, dass aus der ersten primären oder Embryonalzelle, sammt ihrem Kern und der sie umhüllenden Dotterkugel, alle Furchungskugeln mit ihren primären Zellen abstammen, dass wiederum diese in die secundären oder Furchungszellen, *Schwann*'s Zellen, und durch

diese mittelbar in alle eigenthümlichen Gewebe übergehen, endlich, dass auch das Wachsthum der Gewebe beim noch unausgebildeten und fertigen Thiere, in sofern es durch Zellen geschieht, und die Vermehrung derselben höchst wahrscheinlich Abkömmlingen der Furchungszellen oder von denselben abstammenden und den Character von Zellen an sich tragenden Gebilden zuzuschreiben sei. Diese einfachern Formelemente nun ihren wesentlichsten Lebensverhältnissen nach zu beschreiben, wird der Zweck der jetzigen Untersuchung sein, und zwar will ich, indem ich mich an die Entwickelungsgeschichte halte, erst von den *primären Zellen* und deren *Kernen*, dann den *Furchungs-* oder *Umhüllungskugeln*, wie ich sie nennen werde, und zuletzt von den *secundären Zellen* handeln.

1. Primäre Zellen, Embryonalzellen.

Cytoblasten, Kerne, Nuclei. *Schleiden* und *Schwann.*

Die *primären Zellen* sind kugelige oder linsenförmige, durchsichtige oder ins Gelbe spielende Bläschen, die gewöhnlich 0,002—0,004‴ messen, an einigen Orten jedoch, so in den Furchungskugeln und secundären Zellen junger Embryonen, als Kerne der Ganglienkugeln und als Keimbläschen, eine bedeutendere, selbst colossale Grösse erreichen. Die Membran derselben ist stets scharf umschrieben, erscheint bei den kleineren als eine dunkle, feine Kreislinie und ist auch bei den grösseren, obschon von messbarer Dicke, doch zart. In den primären Zellen findet sich zu einer gewissen Zeit constant der Kern (Kernkörperchen, Nucleolus, *Schleiden* und *Schwann*), von dem nachher die Rede sein wird. Der übrige Zelleninhalt wird von einer durchsichtigen Flüssigkeit gebildet, die bald ganz klar und rein ist, bald runde, dunkle Körperchen oft in ziemlicher Menge enthält, die bei den meisten Zellen klein und homogen, bei den Keimbläschen einiger Thiere dagegen gross, fettartig und mit hohlen, Flüssigkeit enthaltenden Räumen in verschiedener Zahl erfüllt sind. Solche primäre Zellen finden sich in den Furchungskugeln, in Allen secundären Zellen der Embryonen und in denen der Erwachsenen *zu gewissen Zeiten*, gewöhnlich nur zu einer oder zweien, an manchen Orten, wie besonders im Samen, auch in viel grösserer Zahl bis auf 12 und 20; ferner trifft man sie *frei* in den sich entwickelnden Eiern einiger Eingeweidewürmer, in den letzten Endigungen der meisten ächten Drüsen, in den hohlen Räumen der Blutgefässdrüsen, in den Anfängen der Lymph- und Chylusgefässe und an einigen Stellen mitten unter den Fasergeweben namentlich bindegewebeartigen Theilen erwachsener Thiere, oder in anderen Organen, wie der grauen Hirnsubstanz, der Nebenniere, den Lymphdrüsen u. s. w.

Die Bildung der primären Zellen geht in drei verschiedenartigen Theilen vor sich: 1) in den primären Zellen selbst, 2) in secundären Zellen, 3) in Kanälen, welche aus der Verschmelzung secundärer Zellen entstanden. Was man darüber sicheres zu beobachten vermag, ist folgendes:

1) In den primären Zellen, in denen ich bei Ascaris acuminata, Cucullanus elegans, beim Cucullanus der Blindschleiche, in den Furchungskugeln und secundären Zellen von Rana, in den Cysten der Samenfaden des Distoma varicum zwei Tochterzellen fand, sieht man, dass dieselben um ihre Kerne (Nucleoli) sich bilden, denn man findet runde Mutterzellen mit einem Kern, dann längliche mit zwei Kernen, und zuletzt solche mit zwei Zellen; das jedoch ist nicht auszumitteln, ob die Tochterzellen gleich in ihrer vollkommenen Grösse sich bilden, oder erst dicht um den Kern herumliegen und nachher wachsen.

2) Die Bildung primärer in secundären Zellen hat vielleicht *Henle* bei den Knorpelzellen gesehen (Allgem. An., pag. 154, Tab. V, Fig. 6), so nämlich, dass zuerst ein Kern und um denselben das Bläschen entsteht; ferner fand ich bei den Embryonen der Ascariden, dass die erste Embryonalzelle gleich bei ihrem Entstehen in der Dotterzelle mit einem Kern versehen ist und beide aus einer ungeformten Flüssigkeit hervorgehen.

3) In den Endigungen der Drüsen und den Anfängen der Lymph- und Chylusgefässe beobachtete ich nur an Einem Orte die Bildung der primären Zellen und sah bei den anderen so viel, dass sie nicht, wie man, gestützt auf *Vogel*'s irrthümliche Beobachtungen über die Entstehung der Kerne der Eiter- und Exsudatzellen, annehmen zu dürfen glaubte, durch Verschmelzung von 2—4 Körnern sich bilden. Die primären Zellen oder die Kerne der Exsudatkörperchen sind nämlich, wie ich an solchen aus mir selbst gezogenen Blasen fand, ursprünglich einfache Bläschen und zerfallen erst später in 2—4 Stücke, und gerade so verhält es sich auch mit den Kernen der Schleimkörnchen und Chyluskörperchen, die ebenfalls, wie schon die oberflächlichste Untersuchung zeigt, in den Anfängen der Drüsen und Chylusgefässe einfache Zellchen sind und erst später zerfallene oder sogenannte spaltbare Kerne haben. Sichere Beobachtungen über die Bildung der primären Zellen in drüsigen Organen haben *Rud. Wagner* und ich angestellt. Bei Agrion virgo *) nämlich und Ascaris dentata **) sind in den letzten Enden der Eierstöcke nichts als Elementarkörnchen und zerstreute Keimflecke vorhanden, und weiter unten erst findet man die letzteren von zarten Häutchen, den Keimbläschen, umgeben, deren Membran erst dicht um den Kern liegt und nachher wahrscheinlich durch selbständiges Wachsthum sich immer weiter von demselben entfernt.

Aus diesen sparsamen Beobachtungen geht also hervor, dass die primären Zellen sich um ihre Kerne bilden, im Anfange denselben dicht anliegen und nachher erst durch Auf-

*) *Wagner*'s Beitr. zur Gesch. d. Zeugung. Ir Beitr.
**) *Müller*'s Archiv, 1843, pag. 72.

nahme von Flüssigkeit in Bläschen sich umwandeln. Ob diess die einzige Art und Weise ist, wie dieselben entstehen können, müssen ausgedehntere Untersuchungen lehren.

Die primären Zellen, einmal gebildet, haben ihren Lebenslauf noch nicht geschlossen, sondern wachsen in der Regel noch eine Zeit lang fort. Diess sah *Schwann* bei denjenigen der Federzellen (Mikroskop. Unters., pag. 96) der Knorpelzellen (pag. 113) und beim Keimbläschen (pag. 51), bei welchem letzteren auch *Vogt* (Alytes, pag. 15) durch genaue Messungen bei mehreren Thieren, die Vergrösserung herausstellte; ferner *Henle* bei den primären Zellen der Epithelien und Horngebilde; *Valentin* ebendaselbst bei den Bildungszellen der Muskeln und den Ganglienkugeln (*Wagner*'s Handw., pag. 627); ich selbst nahm dasselbe bei den Epitheliumzellen der Sepien und Calamare und den primären Zellen der Eier von Ascaris dentata wahr, und erschloss es für diejenigen der Furchungshügel der Cephalopoden daraus, dass die Zellen, obschon sie fortwährend durch endogene Zellenbildung sich vermehren, nicht auch im gleichen Verhältnisse kleiner werden.

Ueber den Stoff, aus dem die primären Zellen bestehen, wissen wir sehr wenig, da diess ein Punct ist, dem noch sehr wenige Physiologen ihre Aufmerksamkeit widmeten. Wenn man von *Ascherson*'s Hypothese, dass die Membran derselben aus Eiweiss, das Contentum aus Fett bestehe, abstrahirt, so hat man als einzigen Anhaltpunct das seit *Schwann* bekannte Factum, dass diese Zellen in Essigsäure, nach *Valentin* auch in Weinstein- und Citronensäure, unlöslich sind, und wie *Wasmann* bei denjenigen der Knorpelzellen gezeigt hat (de digestione, pag. 28), vom Magensafte nicht angegriffen werden. Geht man die organischen, in Essigsäure unlöslichen Verbindungen durch, so findet man stickstoffhaltige und stickstofflose. Von den letzteren kann man von vorne herein abstrahiren; denn gerade die Theile, die durch den Reichthum an primären Zellen sich auszeichnen, wie der Schleim, die Epidermis, die Knorpel, Blutkörperchen und diejenigen, die durch weitere Entwickelung aus denselben hervorgehen, wie das elastische Gewebe, enthalten sehr wenig oder gar keine ternären Substanzen. Unter den quaternären Verbindungen sind nur wenige in Essigsäure unlöslich, nämlich das Pyin, Chondrin und das Fibrin dann, wenn sie nur kurze Zeit einwirkt. Aus Fibrin können die primären Zellen darum nicht bestehen, weil dasselbe im Magensafte löslich ist, die Zellen aber, nach der angeführten Beobachtung von *Wasmann*, nicht; es bleiben also nur noch die zwei erstgenannten Stoffe übrig, und da scheint sich die Wagschaale dem Pyin zuzuneigen, da einmal viele, an primären Zellen reiche Theile kein Chondrin enthalten, anderseits der Eiter, Schleim, die Granulationen, die frischen Pseudomembranen, die Haut des Fötus, die Kondylome, in denen allen Pyin gefunden wurde, diese Zellen in übergrossen Mengen besitzen; ferner, weil das Chondrin im Magensafte löslich ist, die primären Zellen dagegen in demselben und das Pyin, nach *Simon*, in Salzsäure unverändert bleiben. Man kann also aus den vorliegenden Beobachtungen so viel entnehmen, dass die primären Zellen eine

stickstoffhaltige Substanz und, sofern nicht dieselbe noch gänzlich unbekannt ist, höchst wahrscheinlich Pyin enthalten; das aber bleibt schwer auszumachen, ob dieselben ganz aus derselben bestehen, oder ob der Inhalt eine andere Beschaffenheit habe und das Pyin nur in den Membranen sitze. Es ist selbst nach den physikalischen Eigenschaften der verschiedenen Theile derselben wahrscheinlicher, dass die feste, durchsichtige Hülle, der flüssige Inhalt und die Körner desselben, sammt dem Kern, verschiedene Natur besitzen, so vielleicht, dass das Pyin die Membran bildet, Eiweiss den flüssigen Inhalt, welcher aus einer stickstoffhaltigen Substanz bestehen muss, eine Annahme, für die ich die Beobachtung anführen kann, dass der Inhalt des Keimbläschens von Rana durch Aether in Körnchen gerinnt, Fett den Kern und vielleicht die Körner, wofür deren Aussehen (man denke an die Keimflecke der Batrachier!) und der Umstand spricht, dass in Theilen, die reich an primären Zellen sind, geringe Menge Fett vorkommen. Eine Ausnahme von den hier besprochenen primären Zellen machen die Kerne der Ganglienkugeln, deren Hüllen und Nucleoli in Essigsäure löslich sind und daher höchst wahrscheinlich aus Eiweiss bestehen, während ihr körniger Inhalt, der sich nicht verändert, aus den in Essigsäure unlöslichen Fetten bestehen muss.

Die primären Zellen bestehen nicht während ihrer ganzen Lebensdauer in hier beschriebener Weise, sondern erleiden mannigfache Umbildungen. Man kann solche unterscheiden, die den Uebergang in andere Elemente bezwecken, und solche, welche die Einleitung zu ihrem endlichen Untergange sind. Von den ersteren kennt man einmal die Verwandlung derselben in Kernfasern, dann in Samenfaden, endlich vielleicht in die Nesselorgane der Quallen und Polypen. Wenn die primären Zellen in Kernfasern übergehen wollen, so werden dieselben, wie *Henle* angibt (Allgem. Anat., pag. 193), oval, dann immer länger und schmaler, verwandeln sich in dünne, dunkle Streifen und verlieren ihre Kernkörperchen. Wie lange die Membran noch vom Inhalte unterschieden werden kann, gibt *Henle* nicht an; ich selbst sah bei Embryonen von Eidechsen spindelförmige primäre Zellen, wo sie noch ganz deutlich und auch das Kernkörperchen vorhanden war; bei noch längeren Zellen dagegen konnte ich mit unseren jetzigen Hülfsmitteln zu keinem sicheren Entscheide kommen, so dass man es also unentschieden lassen muss, ob diese Zellen in solide Fasern, wofür das Ansehen zu sprechen scheint, oder mit Flüssigkeit gefüllte Röhren übergehen. Eine eigenthümliche Entwickelung sah *Henle* an den primären Zellen der Gefässhäute (Allg. Anat., pag. 530) und des Bindegewebes (pag. 198), wo nämlich nicht bloss die Zellen sich verlängern und in Kernfasern übergehen, sondern dieselben auch so auf das umliegende, homogene Cytoblastem einwirken, dass dasselbe in Fasern zerfällt, von denen je eine an oder um eine Kernfaser zu liegen kommt. Eine ähnliche Entstehung schreibt *Henle* (Zeitschr. f. ration. Med. v. *Henle* u. *Pfeuffer*, Bd. II, St. 204) auch den meisten Fasern, die in Neubildungen entstehen, zu. Genau dieselbe Entwickelung,

wie bei den Kernfasern, nehmen die primären Zellen im Samen vieler Thiere, wenn sie in Samenfaden übergehen, sei es nun, dass die Zellen ganz frei in den Hoden liegen, oder in kugelige Haufen zusammengruppirt, oder in Mutterzellen eingeschlossen sind. Bei anderen Thieren haben die Samenfaden eine noch auffallendere Entstehungsweise in den primären Zellen drin, die sich ganz der Bildung der Spiralfasern der Pflanzenzellen an die Seite setzen lässt. Die hierbei vor sich gehenden Veränderungen sind folgende: Die kleinen primären Zellen der Hoden nicht brünstiger oder zeugungsunreifer Thiere werden grösser und geben sich auf den ersten Blick als Bläschen kund; die Kerne, erst klein und blass, nehmen ebenfalls zu, werden dunkler und deutlich homogen; der feinkörnige Inhalt endlich bleibt entweder unverändert, lagert sich in spiraliger Richtung an der Innenwand der Zellmembran an und bildet, indem die Körner verschmelzen, den homogenen Samenfaden, oder ballt sich vorher in grössere Körner zusammen, die dann erst zum Samenfaden verschmelzen. Uebrigens habe ich diese Entstehung unmittelbar aus den Körnern nur an den Körpern der Samenfaden gesehen und muss es zweifelhaft lassen, ob die Faden derselben ebenso, oder durch Gerinnung und Anschiessen des flüssigen Inhaltes der Zellen sich bilden. Was die Nesselorgane der Quallen und Polypen betrifft, so kann ich nur vermuthungsweise angeben, dass dieselben aus primären Zellen sich entwickeln; ich schliesse es daraus, dass ich dieselben bei Chrysaura und Oceania, so lange sie noch unentwickelt sind, zu 1—3 in anderen Zellen eingeschlossen fand. Die Bildung des Spiralfadens derselben, die mir ebenfalls entging, geschieht wohl unzweifelhaft auf die Weise, dass der Zelleninhalt in spiraliger Richtung an der Innenwand der Zellmembran sich ansetzt, dann, nach vollendeter Bildung, von derselben sich löst und frei in die Zelle zu liegen kommt, eine Entstehungsweise, die man schon längst bei den freien Spiralfasern der Pflanzenzellen kennt.

Unter den Veränderungen, welche den endlichen Untergang der primären Zellen einleiten, nimmt das Homogenwerden derselben, ihre Umwandlung in solide Körner, die erste Stelle ein. Diese ist da besonders leicht zu beobachten, wo secundäre Zellen in Plättchen sich verwandeln, also bei der Epidermis, den Nägeln, aber auch an vielen Röhren- und Fasergebilden, die aus secundären Zellen hervorgehen, wie bei den Kapillargefässen, einigen blinddarmförmigen Drüsen, den glatten Muskelfasern, galatinösen Nervenfasern, vielem Zellgewebe, den sich bildenden Muskelprimitivbündeln, Nervenfasern u. s. w. In diesem Zustande persistiren dann die primären Zellen in manchen dieser Gewebe zeitlebens, ohne weiter irgend eine Lebensthätigkeit zu äussern; in anderen dagegen gehen sie endlich zu Grunde, indem sie entweder immer mehr zusammenschrumpfen, oder plötzlich sich auflösen. Eigenthümlich ist das Schicksal des Keimbläschens, das in Folge der Befruchtung platzt, und der primären Zellen mancher Knorpelhöhlen und derjenigen der Venenanhänge der Sepienembryonen, von denen die ersteren ganz je in einen Fetttropfen sich

umwandeln, letztere in mehrere fettartige Körner zerfallen und beide wahrscheinlich später ebenfalls resorbirt werden. Auflösung der Wandung der primären Zellen findet endlich statt, wenn die in ihnen erzeugten Samenfaden, Tochterzellen oder nesselnden Spiralfaden frei werden. Was das sogenannte Zerfallen oder die Spaltbarkeit derselben bei den Schleim-, Lymph-, Chylus- und Eiterkörperchen betrifft, so hat dieselbe, wie ich schon anführte, nicht darin ihren Grund, dass diese Zellen hier durch Verschmelzen von 2—4 Körnern sich bilden, wovon in Wahrheit nichts gefunden wird, sondern sie scheint mir auf einer ganz anderen Ursache, und zwar auf einer in eigenthümlicher Weise vor sich gehenden Vermehrung der primären Zellen der genannten Körperchen zu beruhen. Ich halte nämlich die 2—4 Körner, die man dadurch, dass man Wasser oder Essigsäure auf die genannten Körperchen einwirken lässt, zu Gesicht bekömmt, für kleine primäre Zellen, die aus den grösseren durch endogene Zellenbildung hervorgehen; denn einmal sind die Körner an vielen Orten schon ursprünglich vor der Einwirkung der Reagentien getrennt, wie man theils dadurch erfährt, dass man die Essigsäure im Momente ihres Einwirkens belauscht, theils bei Anwendung indifferenter Medien, obschon seltener wahrnimmt; dann sind dieselben ganz bestimmt mit Membran und Inhalt versehene Bläschen, was Prof. *Henle* durch mannigfache Versuche ermittelt hat (Zeitschr. f. ration. Med., pag. 177 sqq.); endlich enthalten sie, sowohl bei den Exsudat- und Lymph- als bei den Schleimkörperchen, in vielen Fällen ganz deutliche, meist kleine, manchmal aber, in der Lymphe der Katze nämlich, in solchen Körperchen, die nur 2 Körner oder Zellen enthalten, sehr grosse Kerne. Freilich fand ich nie zwei dieser Zellchen in einer Mutterzelle eingeschlossen, so dass ich also den directen Beweis für ihre endogene Bildung nicht liefern kann; dagegen sah ich längliche primäre Zellen, nämlich solche der ersten Generation, mit länglichen und biscuitförmigen, andere mit zwei Kernen, sowohl in den Lymph-, als Exsudatkörperchen, und gewahrte nicht selten zwei Embryonalzellen, die auch nach der Anwendung von Essigsäure mit abgeplatteten Flächen an einander lagen, als ob sie eben erst aus ihrer Mutterzelle frei geworden wären, so dass ich nach diesem mich berechtigt glaube, meine Annahme wenigstens für wahrscheinlich zu halten. Demnach wären die spaltbaren Kerne der genannten Körperchen Gruppen von 2 oder 4 kleinen Zellen von der Bedeutung primärer Zellen, die, so scheint es, aus den ursprünglich einfachen Zellen dadurch hervorgingen, dass in denselben zwei Zellen und dann, nach Auflösung der ersten Mutterzelle, in jeder derselben wieder zwei Zellchen entstanden. Was die Bedeutung dieses Vorganges betrifft, so geräth man zuerst auf den Gedanken, dass derselbe die Einleitung zu einer Vermehrung der Schleim-, Chyluskörperchen u. s. w. von sich aus sei, denn fast überall, wo sonst in den primären Zellen endogene Zellenbildung auftritt, finden wir dieselbe als den Anfang einer Vermehrung von secundären Zellen; allein wir sehen einmal, dass gerade im ausgeschiedenen Schleime, im reifen Eiter die Schleimkörperchen

u. s. w. immer und fast ohne Ausnahme mit mehrfachen primären Zellen gefunden werden, und wissen anderseits, dass sie bei den Lymphkörperchen, sobald dieselben in Blutzellen sich umwandeln, wenigstens nach *Henle*'s Angaben, zuerst in ein Korn verschmelzen und dann resorbirt werden, so dass also diese Annahme über den Grund der Vermehrung der primären Zellen mehr gegen als für sich zu haben scheint. Immerhin wird aber noch eine genauere Untersuchung vorgenommen werden müssen, namentlich auch, um zu erforschen, ob nicht vielleicht die Blutkörperchen der Säugethiere gar nicht aus den grösseren Lymphkörperchen, sondern aus kleineren, durch Theilung derselben hervorgegangenen entstehen; denn auch *Henle*, der die Bläschennatur der Kerne erst neulich entdeckte und, durch *Vogel* verleitet, an ihre Entstehung aus verschmelzenden Körnern und an ihre spätere, einfache, nicht mehr spaltbare Natur glaubte, liess sich vielleicht dadurch bewegen, den Uebergang der Lymphkörperchen in Blutbläschen in beschriebener Weise anzunehmen, während vielleicht gerade das Umgekehrte stattfindet*). Möge dem nun sein, wie ihm wolle, so viel ist gewiss, dass die Kernchen Bläschen sind und dass sie erst in späteren Zeiten auftreten, während früher einfache, untheilbare primäre Zellen in den Körperchen gefunden werden.

Anmerkung. Ueber die primären Zellen oder Cytoblasten der Pflanzenzellen bemerke ich hier nur so viel, dass dieselben nach den neuesten Untersuchungen von *Nägeli* überall Bläschen sind und, mit Ausnahme nur noch *weniger* Kryptogamen, in *allen* Pflanzenzellen zu einer bestimmten Zeit getroffen werden; sie bilden sich, wie *Schleiden* angibt, um einen Kern, den Nucleolus, indem derselbe sich mit Körnchen umgibt. Ueber das Speciellere, das in vielen Puncten mit dem Verhalten derselben bei den Thieren Uebereinstimmung zeigt, verweise ich auf *Schleiden*'s Grundzüge der wissenschaftl. Botanik, pag. 192 sqq. und *Nägeli* zur Entwickelungsgeschichte des Pollens, Zürich 1842, und Botanische Beiträge in Linnæa, 1842, pag. 237 sqq.

Was die Bläschennatur der primären Zellen anbelangt, so ist dieselbe bis jetzt wohl nur darum übersehen worden, weil man dieselben nicht zu der Zeit beobachtete, wo sie in ihrer vollen Lebensthätigkeit sich fanden, wie in den Geweben der Embryonen, den Endigungen der Drüsen, Anfängen der Chylusgefässe u. s. w., sondern nur da prüfte, wo sie ihre Rolle fast ausgespielt hatten, wie in der Oberhaut, dem Zellgewebe, den Schleim- und Blutkörperchen u. s. w. Uebrigens ist *Vogt* (Alytes und Coregonus) der erste, der sich ganz bestimmt für die Bläschennatur der Kerne aussprach, obschon *Schwann*, der mit seinem Genie, auch wo er die Wahrheit nicht fand, doch derselben stets nahe kam, schon ahnte, dass, in Beziehung auf die Bläschennatur, Zelle und Kern nicht verschieden sind (Mikroskop. Unters., pag. 212). — Die Gründe, die *Henle* (Allgem. Anat., pag. 159) gegen das allgemeine Vorkommen der primären Zellen in den secundären anführt, haben jetzt durch neuere Beobachtungen fast alles Gewicht verloren. Dass die Kryptogamen solche besitzen, haben wir gesehen und für ihre Existenz bei den Phanerogamen sind *Schleiden* und *Nägeli* Gewährsmänner, die wohl den flüchtigen *Meyen* aufwiegen. *Schwann*'s kernlose Zellen aus der Chorda dorsalis der Plötze sind vergrösserte primäre Zellen, in denen er selbst in allen dreien (Tab. I, Fig. 4, d) den kleinen Kern, der vielleicht im Auflösen begriffen ist, abbildet. Die Zellen, aus oder in denen die Samenfaden sich bilden, sind an den meisten Orten primäre Zellen und enthalten immer zu gewisser Zeit einen Kern; an wenigen Orten sind dieselben secundäre Zellen, die stets primäre in schliessen. An den Furchungskugeln sind jetzt die primären Zellen zur Genüge nachgewiesen und was die

*) Auch von den Eiterkörperchen ist noch zu untersuchen, ob sie nicht von sich aus sich vermehren und zuletzt wieder, kurz vor ihrem Uebergang in Fasern, den *Valentin* und Andere beschrieben haben, einfache Kerne besitzen, die nicht durch Verschmelzen der früheren, mehrfachen Bläschen, sondern durch Trennung der Eiterkörperchen mit 2—4 Bläschen in 2—4 neue Körperchen, jedes mit seinem einfachen Kerne, entstanden.

Entzündungs- und Kolostrumkugeln, so wie die Gebilde des unbefruchteten Hühnerdotters betrifft, so sind dieselben, wie man bei den ersteren ganz bestimmt sieht, und wie ich auch von den letzteren zeigen werde, keine Zellen, dürfen daher wohl der primären Zellen ermangeln. Endlich glaubt *Vogt* beim Alytes und Coregonus die Chorda dorsalis und die Knorpel von ihrem ersten Entstehen an ohne primäre Zellen gesehen zu haben, wogegen ich nur das bemerke, dass ich beim Frosch und der Eidechse bestimmt die primären Zellen in denselben fand und von ihrem Ursprung aus den Furchungszellen mich überzeugte. Ich hege dessnahen bedeutende Zweifel gegen *Vogt*'s Angaben und kann auch auf die späteren complicirten Umbildungen dieser Zellen, aus denen viele allgemeine Schlüsse über die Zellenbildung abgeleitet werden, nur mit Misstrauen sehen. Doch will ich, ohne eigene Erfahrungen über diese Thiere zu besitzen, keine absprechende Meinung äussern, und nur das bemerken, dass die von ihm beschriebenen Fälle gegen die Unzahl anderer immer nur spärliche Ausnahmen bleiben würden. — Primäre Zellen in grösserer Zahl in secundären Zellen eingeschlossen sahen schon mehrere andere Forscher, namentlich *R. Wagner* und *Valentin*, freilich ohne die Bedeutung derselben zu kennen. Ich selbst fand solche mit ihren Kernchen begabte im Samen fast aller Thiere in grösseren oder kleineren Cysten. Zu zweien hat man sie an sehr vielen Orten wahrgenommen, so bei Embryonen in fast allen Zellen, dann in den Knorpeln, Leberzellen, Ganglienkugeln, Epitheliumzellen u. s. w. Es ist diess, meiner Ansicht nach, fast immer ein Zeichen, dass die Zellen noch in einer Vermehrung von sich aus begriffen sind. Mein Ausspruch über das Vorkommen freier primärer Zellen in den letzten Endigungen der Drüsen und den Anfängen der Chylus- und Lymphgefässe gründet sich auf Untersuchungen des Saftes der Parotis, Submaxillaris, Milchdrüse, des Pancreas, der Niere, der Hoden, der Thyreoidea des Menschen, der Katze und des Kaninchens, der Lymphe und des Chylus der beiden letzteren. Die Beobachtung derselben ist so leicht anzustellen, dass man sich wundert, fast in allen, selbst den besten Handbüchern theilweise irrige Ansichten zu finden, was sich noch daraus am einfachsten erklärt, dass meist nur die ausgeleerten Drüsensäfte und die im Blute vorhandenen Chyluskörperchen untersucht wurden. Uebrigens haben schon *Henle* und *Valentin* an mehreren dieser Orte auf das Vorkommen freier, oder einzeln in secundären eingeschlosseuer, primärer Zellen aufmerksam gemacht. — Bildung der Samenfaden in primären Zellen beobachtete ich bis jetzt beim Menschen, Kaninchen, der Ratte, Maus, dem Meerschweinchen, dem Hasen, dem Gecko, der griechischen Schildkröte, der gemeinen Natter und dem Frosche, Entstehung derselben aus primären Zellen durch Verlängerung derselben nach Art der Bildung der Kernfaseru bei Distoma varicum, tereticolle, clavigerum, cylindraceum, trigonocephalum, Echinorhynchus fusiformis, angustatus, Pontobdella muricata, Sabella lucullana, Spio ?, Tristoma papillosum, Cassiopeia borbonica, wo die Zellen in Haufen *) und dessnahen auch die gebildeten Samenfaden erst in Bündeln beisammenliegen, und bei Lepas anserifera, Polyclinum stellatum, Pollicipes, Balanus, Campanularia, Planaria rubra, Aphrodite hystrix, Crisia ciliata, Nemertes, n. sp., wo die Zellen, auch wenn sie früher in Mutterzellen eingeschlossen waren, so wie die Samenfaden, vereinzelt in den Hoden sich finden.

2. Kerne der primären Zellen.

Kernkörperchen, Nucleoli. *Schleiden* und *Schwann.*

Die Kerne sind runde, scharf umschriebene, dunkle Körper, von einer mittleren Grösse von 0,001—0,0015‴ und Extremen von 0,0005—0,005‴, die, allem Aussehen nach, auch bei den stärksten Vergrösserungen keinen Unterschied zwischen Hülle und Inhalt zeigen, sondern vollkommen homogen erscheinen. Doch gibt es einige Thatsachen, die vermuthen lassen, dass ihnen doch eine besondere Hülle zukomme. Ihr Aussehen lässt auf öl- oder fettartige Körper schliessen, eine Vermuthung, die ihrer Aehnlichkeit mit den Elementarkörnchen wegen, die an vielen Orten nachweisbar aus Fett bestehen,

*) Diese Bläschenhaufen hat *v. Siebold* schon längst bei mehreren Arten von Echinorhynchus (*Müller*'s Archiv, 1836, pag. 232) gesehen, freilich ohne deren Beziehung zu deren Samenfaden zu kennen.

sehr viel für sich hat. Sie finden sich entweder frei in secundären Zellen, oder aus der Verschmelzung von solchen entstandenen Kanälen, wie in der Dotterzelle im Beginn der Furchung und in den Drüsenenden, oder eingeschlossen in primäre Zellen, 1—2, selten 3 und höchst selten 4 an der Zahl, und zwar ohne Ausnahme in allen diesen Zellen zu einer gewissen Zeit. Die Kerne liegen, wenn nur einer da ist, immer den Wandungen der Zellen an, wo mehrere sich finden, haben sie entweder dieselbe Lage, oder liegen frei in der Zelle drin.

Die Bildung derselben geschieht abhängig oder unabhängig von schon vorhandenen Kernen. Letztere ist eigentlich in Wahrheit noch nie gesehen worden, lässt sich aber aus einigen Thatsachen erschliessen und geschieht höchst wahrscheinlich so, dass in einer erst homogenen Flüssigkeit Körnchen auskrystallisiren und entweder dadurch, dass einige verschmelzen, oder, indem sie grösser werden, zu Kernen sich gestalten, wie ich es bei der Bildung der ersten Embryonalzelle von Sepia und den Keimflecken der Ascariden sah. Erstere, oder die Vermehrung der Kerne, welche die einzige Art ist, wie die Kerne für die in den primären Zellen sich bildenden Generationen endogener Zellen entstehen, sah ich in der Weise, dass dieselben länger wurden, in der Mitte sich einschnürten und endlich in zweie zerfielen.

Die einmal gebildeten Kerne bleiben nicht zeitlebens in ihrem ursprünglichen Zustande, sondern wachsen oft zu einer recht ansehnlichen Grösse. Am schönsten sieht man diess beim Fötus, der während der Furchung nur kleine Kerne besitzt, die fast von allen Forschern übersehen wurden, und sobald die ersten Organe auftreten, mit immer grösseren, leicht in die Augen fallenden sich versieht. Dasselbe gewahrt man ferner sehr leicht an den Keimflecken der Eier und kann es auch beim Fötus daraus erschliessen, dass die Kerne der primären Zellen reifer Embryonen, obschon sie durch fortwährende Theilung aus den früheren hervorgehen, doch nicht in demselben Maasse kleiner, sondern oft noch grösser werden.

Umbildungen der Kerne in andere Gewebe sind keine bekannt; dagegen haben *Vogt* und ich eine Umwandlung derselben in Bläschen gesehen: ersterer an den Kernen der Zellen des schwarzen Pigmentes der Coregonus (Embryogénie des Saumons, pag. 145), wo aus denselben grosse, mit heller Flüssigkeit gefüllte Blasen wurden, die, wenn sie die Grösse ihrer mittlerweile verschwundenen primären Zellen erreicht hatten, ebenfalls vergingen; ich selbst an den Keimflecken der Eier der Pelagia noctiluca, die, ohne zu wachsen, nach und nach durch Bildung einer immer grösser werdenden, mit klarer Flüssigkeit gefüllten Excavation in ihrer Mitte endlich in Bläschen übergingen, und an denjenigen der Eier von Rana, wo ich mehrere Excavationen fand, wie ich oben schon angab. Da alle diese Veränderungen kurz vor dem Vergehen der Kerne beobachtet wurden, so ist es

wohl das Einfachste, in denselben nicht einen eigenthümlichen Lebensact, sondern die Einleitung des Unterganges derselben zu sehen.

Schwinden der Kerne findet sich endlich auch an allen denjenigen Orten, wo primäre oder secundäre Zellen in andere Gewebe sich umwandeln, und ist da, wo die ersteren selbst vergehen, am besten wahrzunehmen, aber auch an primären Zellen, die persistiren, wie denen der oberen Epidermisschichten, des Zellgewebes, der Kapillargefässe u. s. w., leicht zu sehen. Auch bevor die Samenfaden in den primären Zellen sich bilden, schwinden die Kerne derselben und vor dem Anfange der Furchung löst der Keimfleck sich auf.

Anmerkung. Was die Annahme einer besonderen Hülle der Kerne betrifft, so stützt sich dieselbe auf die Aehnlichkeit derselben mit den sogenannten Elementarkörnchen, die überall, wo Zellen und Kerne sich bilden, gefunden werden, von denen *Henle* gezeigt hat, dass sie höchst wahrscheinlich überall aus Hülle und Inhalt bestehen. Er sagt, Allg. Anat., pag. 163: »Dass Fett den Inhalt der Elementarkörnchen ausmacht, ist beim Chylus und der Lymphe, bei der Milch und dem Dotter chemisch nachgewiesen, dass eine Haut das Fett umgibt, schliessen wir, weil die Körper durch mechanische Mittel nicht zum Zusammenfliessen gebracht werden, und weil sie so allmälig in die grösseren Fettbläschen übergehen, deren äussere Hülle mit Bestimmtheit dargestellt werden kann.« Hieran reihe ich noch die Thatsachen, dass die Kerne der primären Pflanzenzellen nach *Nägeli* alle Bläschen sind, und das schon Erwähnte, dass auch thierische Kerne im Laufe der Entwickelung manchmal zu Bläschen werden. Doch glaube ich keineswegs hiemit die Bläschennatur der Kerne erwiesen, wohl aber die Wahrscheinlichkeit eines solchen Verhaltens derselben dargethan zu haben. Das constante Vorkommen der Kerne wird noch von Vielen bestritten und namentlich führen fast alle Forscher gewisse Zellen der Embryonen auf, in denen sie mangeln sollen. Ich habe aber schon oben gezeigt, durch welche Umstände eine richtige Erkenntniss verhindert wurde, und unterlasse daher hier eine weitere Erörterung. An anderen Orten hat man sich dadurch zu unrichtigen Schlüssen verleiten lassen, dass man die primären Zellen zu einer Zeit untersuchte, wo sie schon auf der Neige ihres Lebens waren und keine Kerne mehr besassen. Ich kann, gestützt auf sehr zahlreiche, auf alle Theile sich erstreckende Untersuchungen an Embryonen und erwachsenen Thieren, so viel aussagen, dass ich weitaus in der Mehrzahl der Fälle die Kerne vorfand und wo ich sie nicht wahrnehmen konnte, immer Ursache hatte, diess Nebenumständen zuzuschreiben. Offen gesagt, erstaunte ich bei meinen Untersuchungen weniger über das regelmässige Vorkommen derselben, als darüber, dass diese so leicht zu gewinnende Erkenntniss sich nicht schon längst Bahn gebrochen hatte. Die Vermehrung der Kerne durch Theilung, welche nur dann zu geschehen scheint, wenn in einer primären Zelle zwei Tochterzellen sich bilden wollen, habe ich bei den Ascariden, bei Cucullanus (*Müller's* Archiv, 1843) und, wie ich oben erwähnte, bei Eidechsenembryonen gesehen. Meiner Ansicht nach gibt es keine primären Zellen, die, wie *Schleiden* und *Schwann* es annahmen, um 2 oder 3 Kerne sich bildeten; sondern diese mehrfachen Kerne sind immer durch Theilung des ursprünglich einfachen Kernes entstanden, also ein späterer Zustand. — Die Lagerung der Kerne an der Wand der primären Zellen sah *Schwann* an zwei Orten (pag. 37, 102).

3. Umhüllungskugeln.

So nenne ich die Aggregate von Körnern oder homogener Substanz um primäre Zellen und deren Kerne, die von Embryonen unter dem Namen Furchungskugeln bekannt genug sind. Da ich in denselben eine eigentliche Art von Elementarkörpern sehe und ihre Verbreitung für ausgedehnter halte, habe ich ihnen hier eine besondere Stelle gewidmet.

Die Umhüllungskugeln sind in der Mehrzahl der Fälle rundlich von Gestalt, so bei der partiellen Furchung in den späteren Stadien und bei der totalen fast überall, doch findet man auch bei dieser durch gegenseitigen Druck polygone, oder selbst hie und da in Fort-

sätze ausgezogene, fast wie strahlige Kugeln und bei der partiellen ist es Regel, dass dieselben in den ersten Stadien nicht Kugeln, nur Segmente von solchen sind, die überdem noch das Eigenthümliche darbieten, dass sie nicht ringsherum freie Körper darstellen, sondern mit einer Seite unmittelbar in den an der Furchung nicht Theil nehmenden Dotter übergehen. Die Umhüllungskugeln bestehen, abgesehen von den schon beschriebenen primären Zellen, entweder aus Dotter, in welchem Falle sie, je nach der Beschaffenheit desselben bei verschiedenen Thieren verschiedene Natur zeigen, oder sie werden von einer erst im Momente der Befruchtung und nach derselben entstehenden Masse gebildet, die bei den Cephalopoden körnerreich ist, bei den Fischen aus einer körnerarmen, zähen Masse besteht. Bei den Sepien zeigt sich noch ausserdem das Eigenthümliche, dass die ersten Generationen der Kugeln aus Dotter und der neuentstandenen Substanz und erst die späteren Kugeln ganz aus der letzteren zusammengesetzt sind. Uebrigens hat man Ursache, auch bei den ganz körnigen Kugeln eine halbflüssige, zähe Verbindungsmasse zwischen den Körnern anzunehmen, welche durch Wasser aufquillt und sich dann als eine durchsichtige, leicht ins Gelbliche spielende, weiche Masse darstellt. Hüllen besitzen die Umhüllungskugeln ganz gewiss keine, wie es auch jetzt von den besten Beobachtern *Bischoff*, *Vogt* und *Bergmann* angenommen wird und wie man es, was auch die stärksten Zweifler überzeugen wird, an den dem freien Dotter angewachsenen Umhüllungskugeln der partiellen Furchung am schönsten und einleuchtendsten sieht.

Die Grösse der Umhüllungskugeln varirt, je nach den Stadien der Furchung, nach der Grösse der Eier, und nach der Art der Furchung. Die grössten sind wohl die der Batrachier im Beginne der Furchung, was dagegen die kleinsten betrifft, so ist diess ein schwer zu entscheidender Punct. Meiner Ansicht nach finden sich die Umhüllungskugeln nicht bloss in allen Stadien der bis jetzt sogenannten Furchung, sondern ich glaube, dass dieselben auch nach dem Erscheinen der Embryonalanlagen noch lange Zeit hindurch die einzigen Elemente des jungen Thieres bilden. Ich stellte es selbst oben als nicht unwahrscheinlich dar, dass sie bis zur Entwickelung der specifiken Gewebe in ihrer eigenthümlichen Gestalt beharren; ich will jedoch auf die dort angeführten Gründe nicht zu grosses Gewicht legen, denn Analogien können täuschen und bei der Kleinheit der Gegenstände kann auch auf das äussere Ansehen, auf die Unmöglichkeit Membranen zu finden, nicht zu grosses Gewicht gelegt werden. Angenommen aber, dass dem so sei, dass die Umhüllungskugeln weit über die Furchung hinabreichen, so würden dann diese kleineren Kugeln, die ich oben im Zweifel über ihre wahre Beschaffenheit secundäre oder Furchungszellen nannte, bei den meisten Thieren eine andere Natur besitzen, als die früheren und nicht mehr aus körniger, sondern halbweicher Masse bestehen. Umhüllungskugeln finden sich nach *von Siebold* auch bei einigen Distomaarten, wo die Keimbläschen, nachdem sie aus ihrem Behälter, wo sie sich bildeten, herausgetreten sind, mit Körnern, die

aus einer anderen Drüse kommen, sich umhüllen und dann später erst Dottermembranen bekommen. Aehnliches glaube ich bei den Ascariden gesehen zu haben. Ob die Umhüllungskugeln auch noch an anderen Orten vorkommen, muss die Zukunft lehren. *Valentin* (Handw. d. Physiol., pag. 630) stellt die Frage auf, ob nicht auch im thierischen Organismus eine Vermehrung der Zellen durch Theilung möglich sei und führt einzelne Beispiele auf, welche hiefür zu sprechen scheinen. Sollte dem wirklich so sein, so würde ich glauben, dass *Valentin* Umhüllungskugeln vor sich hatte; denn da im Pflanzenreiche, nach den Aussagen der ersten Forscher *Schleiden*, *Mohl*, *Nägeli*, *keine Theilung von wahren Zellen* vorkommt, wird man auch bei den Thieren, wo Theilung sich finden sollte, nicht an ächte primäre oder secundäre Zellen, sondern an Umhüllungskugeln, wo dieselbe schon nachgewiesen ist, zu denken haben. Auch bei den Schleim-, Lymph- und Chyluskörperchen, bei den jungen Epitheliumzellen, jüngeren Ganglienkugeln, Leberzellen u. s. w., wo theils das Aussehen, theils die Beobachtung von Einschnürungen (Anfang von Theilung?) auf möglicherweise vorhandene Umhüllungskugeln hinweisen, wird es noch näherer Untersuchungen bedürfen, bis ein Entscheid gewagt werden kann.

Die Vermehrung der Umhüllungskugeln geschieht durch Theilung; doch geht der Antrieb dazu niemals von ihnen selbst, sondern von den eingeschlossenen primären Zellen aus. Erst wenn diese durch endogene Zellenbildung sich vervielfältigt haben, ist die Möglichkeit derselben gegeben; in der Regel erfolgt sie dann schon beim Vorhandensein von zweien, so dass eine Kugel in zweie verfällt, andere Male aber auch erst, wenn viere derselben sich gebildet haben, in welchem Falle dann die Umhüllungskugeln gleich in vier neue aus einander gehen.

Mit den bis jetzt mit Sicherheit als solche erkannten Umhüllungskugeln, d. h. denen der Furchung und der Eierstöcke, gehen eigenthümliche Umwandlungen vor und zwar, bei den ersteren nur mit den späteren, dadurch, dass sie in die specifiken Gewebe übergehen. Einige derselben umgeben sich mit Membranen und verwandeln sich so in Eier, in Epithelium-, Knorpel-, Chorda dorsaliszellen, Blut-, Pigment-, primitive Drüsenzellen; andere bilden sich, vielleicht ohne vorher Membranen zu erlangen, indem sie verschiedentlich auswachsen und verschmelzen, in die ursprünglichen Gefässe, die Nerven, Muskel-, Zellgewebefasern u. s. w. um; noch andere endlich werden mit fortschreitender Entwickelung ihrer primären Zellen immer kleiner und schwinden endlich ganz, um dieselben ungestört ihren eigenthümlichen Gang nehmen zu lassen, wie bei der Bildung der Fasern der Lederhaut, und der Schale der Sepien, oder stellen eine homogene, um die primären Zellen gelagerte Masse dar, wie beim primitiven Knorpelgewebe der Sepien.

Anmerkung. Umhüllungskugeln kennt man bei den Pflanzen nur an wenigen Orten. *Nägeli* (Zur Entwickelung des Pollens bei den Phanerogamen, Zürich, 1842) hat solche in den Mutterzellen der Pollenkörner gefunden. Dieselben enthalten erst eine körnige Masse mit einem Cytoblasten, dann entstehen zwei Cytoblasten und zwei Körnerhaufen, vier Cytoblasten und vier Haufen, und endlich um jeden Haufen die Pollenzelle, oder in an-

deren Fällen bilden sich erst vier Cytoblasten, und der Körnerhaufen theilt sich gleich ursprünglich in vier Massen; Verhältnisse, die, wie man sieht, ganz an die Furchungen sich anschliessen, nur nicht so grossartig ausgeprägt sind. Auch bei den Algen hat *Nägeli* an einigen Orten Bildung von Körnerhaufen um Cytoblasten gesehen, um die sich dann freilich unverzüglich Zellmembranen legten. Bei der Vermehrung solcher Zellen entstanden ebenfalls transitorische Umhüllungskugeln, so dass nach der Entstehung zweier aus dem einfachen Cytoblasten die Körnermasse ebenfalls sich theilte und dann um jede derselben Tochterzellen sich bildeten.

4. Secundäre Zellen.

Zellen von *Schleiden* und *Schwann*; Elementarzellen; primäre Zellen Einiger; Kernzellen, Cellulæ nucleatæ von *Henle*.

Die secundären Zellen lassen sich jetzt noch durch eine ziemliche Zahl von Thatsachen von den primären unterscheiden, namentlich durch den Inhalt, chemisches Verhalten und spätere Entwickelung; vielleicht werden aber später, namentlich wenn unsere Kenntnisse von den Gewebeverhältnissen wirbelloser Thiere mehr sich ausdehnen, fast alle Unterschiede fallen und nur derjenige bleiben, dass secundäre Zellen zu einer gewissen Zeit constant primäre Zellen enthalten und um dieselben sich bilden, primäre Zellen nur einen Kern als Inhalt und Bildungsachse besitzen.

Die secundären Zellen sind runde, mit Flüssigkeit und geformtem Inhalt gefüllte Bläschen. Ihre Grösse beträgt 0,005‴ im Durchschnitt, erreicht aber bei einigen (Dotterzellen, Ganglienkugeln) eine weit bedeutendere Zahl und sinkt an anderen Orten (Blutkörperchen u. s. w.) bis auf 0,0025‴ herab. Unter dem Inhalte zeichnet sich vor Allem die zu einer gewissen Zeit constant vorkommende primäre Zelle sammt ihrem Kern aus, die entweder der Wandung der secundären Zelle anliegt, oder frei in ihr enthalten ist und, wie wir oben schon sahen, oft zu zweien oder in viel grösserer Anzahl getroffen wird. Daneben finden sich Körnchen mannigfacher Art: Pigmentkörnchen in allerlei Farben, namentlich gelbe, braune und rothe bis zu schwarzen, Fettkörner und Oeltropfen von allen Grössen, kleine Elementarkörnchen, deren Natur sich nicht ermitteln lässt, und Flüssigkeit von wechselnder Consistenz und Farbe. Die Membran der secundären Zellen ist bald zart, bald von messbarer Dicke und ziemlicher Festigkeit, ganz glatt und meist in Essigsäure löslich, also höchst wahrscheinlich aus einer Proteinverbindung gebildet, vielleicht aus Eiweiss, wo sie sehr leicht sich löst, aus Faserstoff, wo das Gegentheil stattfindet; in anderen Fällen enthält sie wohl auch eigenthümliche Substanzen, wie Chondrin, Hornstoff u. s. w. Secundäre Zellen kommen beim wachsenden und fertigen Organismus an sehr vielen Stellen vor, doch musste ihre Anzahl bedeutend beschränkt werden, wenn meine bei den Sepien und einigen anderen Thieren gemachte Beobachtung, dass die Bildungszellen einiger specifiken Gewebe keine Membranen besitzen, also vielleicht nicht als secundäre Zellen, sondern als Umhüllungskugeln zu betrachten sind, mit Sicherheit sich beweisen liesse und auch auf die übrigen Thiere sich ausdehnen sollte. Ich

rechne zu ihnen die Ganglienkugeln, Epithelium- und Epidermiszellen, die Fett-, Linsen- und Pigmentzellen, die Zellen der Retina und Plexus choroidei des Menschen, die Zellen der primitiven Knorpel, der Chorda dorsalis, die Bildungszellen der Drüsen, Gefässe und möglicherweise der Fasergewebe u. s. w.; ferner finden sie sich in allen Drüsen, als Eier, Cysten der Mutterzellen der Samenfaden, Leberzellen, Schleim- und Speichelkörperchen; man trifft sie in den Nieren, Meibomschen, Ohrenschmalz- und Milchdrüsen, dem Safte der Thymus, Thyreoidea und der Lymphdrüsen, in den Gefässen, als Lymph-, Chylus und Blutkörperchen, und endlich noch in anderen secundären Zellen, wie Knorpel-, Dotterzellen u. s. w., eingeschlossen.

Die secundären Zellen entstehen auf zweierlei Weise: Sie gehen entweder aus Umhüllungskugeln hervor, indem diese sich mit einer Membran versehen, oder sie bilden sich um primäre Zellen. Die erstere Bildungsweise, die man mit *Nägeli* »Zellenbildung um den ganzen Inhalt« nennen kann, ist erst in neuester Zeit fast gleichzeitig von Zoologen und Botanikern aufgefunden worden. *Bergmann* nahm sie zuerst bei der Furchung wahr und nach ihm beschrieben *Vogt* und ich denselben Vorgang; *Nägeli* erkannte dasselbe bei vielen Kryptogamen und bei der Bildung des Pollens der Phanerogamen, wie ich vorhin schon zeigte. Bei den Thieren entstehen auf diese Weise bei Embryonen die Epithelium- und Epidermiszellen, die Zellen des Pigmentes des Auges, der Linse, des Fettes, des primitiven Knorpelgewebes, mit Ausnahme desjenigen der Cephalopoden, der Chorda dorsalis, des primitiven Drüsengewebes, die Bildungszellen der Gefässe und vielleicht die Ganglienkugeln, welche Gewebe alle aus verkleinerten Furchungskugeln sich bilden; die Bildungselemente der faserigen Gewebe dagegen gehören vielleicht nicht zu den Zellen, sondern zu den Umhüllungskugeln. Auf dieselbe Weise entstehen dann auch die Dotterzellen von Distoma und Ascaris, vielleicht aller Thiere, möglicherweise auch noch andere, schon oben berührte Gebilde. Die Bildung secundärer Zellen um primäre geht entweder in secundären Zellen selbst, oder in Kanälen, die durch Verschmelzung von solchen entstanden sind, vor sich. Ersteres scheint, wie die besten Forscher angeben, bei den Thieren im normalen Organismus nur an wenigen Orten sich zu finden, nämlich bei den Knorpeln, der Chorda dorsalis, nach *Henle* (pag. 175), dem ich hierin ganz beipflichte, höchst wahrscheinlich in den Endbläschen der Drüsen, und nach *Schwann* in seltenen Fällen beim Epithelium (pag. 83), den Ganglienkugeln (pag. 182) und Linsenzellen (pag. 100), welche letztere Fälle vielleicht nicht einmal hieher gehören, kommt dagegen in pathologischen Bildungen hie und da vor (*Henle*, Allg. Anat., pag. 175). Dass in diesen Fällen endogener Bildung von secundären Zellen dieselben um primäre Zellen entstehen, ist zwar nicht durch directe Beobachtung bestätigt, kann aber daraus erschlossen werden, dass man nie Zellen ohne dieselben, dagegen sehr häufig 2 primäre Zellen frei in den Mutterzellen trifft. Bei der Bildung secundärer Zellen in den Drüsen und Gefässen, die man in Betracht der Entwickelung dieser

Kanäle ebenfalls eine endogene nennen kann, ist es leicht zu sehen, dass dieselbe stets von primären Zellen ausgeht; denn man trifft in den Endigungen der Drüsen, den feinsten Chylusgefässen, nichts als primäre Zellen, und erst in den weiteren Kanälen, oder gegen die Ausführungsgänge hin, die secundären Zellen um die primären herumgelagert. Wir sehen also, dass secundäre Zellen auf zweierlei Weise entstehen, nämlich um Umhüllungskugeln und um primäre Zellen, und dass sie nur durch endogene Zellenbildung sich vermehren. Von einer Theilung derselben kennt man durchaus kein constatirtes Beispiel.

In den Pflanzenzellen kommt eine eigenthümliche Lebenserscheinung vor, die Saftströmung, die sich auf dreierlei Weise manifestirt, nämlich erstens in einer rotirenden Bewegung des Saftes längs den Zellenwandungen, zweitens in vielen partiellen Strömchen, die von der primären Zelle ausgehen und wieder zu derselben zurückkehren (man vergleiche hier den merkwürdigen, von *Nägeli* l. c. beschriebenen Fall, wo in einer Pollenzelle eine primäre und eine secundäre Zelle, jede mit ihrem System von Saftströmchen cyklische Bewegungen um einander vollführten, welche Bewegungen übrigens, wie sich mathematisch beweisen lässt, nicht, wie es den Anschein hat, nach den Gesetzen der Schwere vor sich gehen, sondern aus anderen Beweggründen hervorgehen müssen, vielleicht Folge chemischer oder elektrischer Attraction sind) und drittens in vielen, die ganze Zelle erfüllenden Strömchen, die ein netzförmiges Maschenwerk darstellen und von keiner primären Zelle abhängig sind, schaumförmige Strömungen nach *Nägeli*. Diese bisher bei den thierischen Zellen unbekannten Erscheinungen beobachtete ich bei zwei niederen Thieren, nämlich bei den Mutterzellen der Samenfaden des Polyclinum stellatum, wo schaumförmige Bewegung vorkam, und in grossen Zellen der eben hervorsprossenden Arme eines unbekannten, noch medusenartigen, ganz jungen Strahlthieres, wo die Strömung von primären Zellen ausging. Ich zweifle keinen Augenblick, dass mit der Zeit solche Beobachtungen sich mehren werden und dass man auch noch bei anderen in voller Lebensthätigkeit begriffenen Zellen, besonders in den wachsenden Theilen von Embryonen, in der Chorda dorsalis, in Drüsensäften u. s. w., Strömungen finden werde.

Ausser dem Wachsthume der secundären Zellen, das schon von vielen Forschern beschrieben wurde und jeden Augenblick an den Eiern, den Epithelien u. s. w. zu beobachten ist, kommen noch eigenthümliche Umwandlungen derselben vor. Hierher gehören das Auswachsen derselben in sternförmige Körper (Pigment, Ganglienkugeln, Zellen des Plexus choroidei, Bildungszellen der Capillargefässe) oder in bewegliche Haare (Flimmerepithelien), die Erfüllung mit eigenthümlichen Stoffen (Blut-, Leber-, Pigmentzellen u. s. w.), der Verholzen (Knorpelzellen, Zellen der katarrhalischen Sputa, *Henle*, des Sinus rhomboidalis der Vögel, *Valentin*), die Bildung von Porankanälen (Knorpelzellen, *Henle*), das Verirden (Knochenkörperchen, Schmelzfasern und Zahnkanälchen), die Abplattung (Epider-

mis, Nägel, Haare, Blutkörperchen, Pigmentzellen), das Verschmelzen zu Kanälen, entweder unmittelbar (Drüsen, vielleicht auch Nerven und quergestreifte Muskeln), oder durch Ausläufer (Capillargefässe), die Verlängerung in Fasern, die verschmelzen (Linse, vielleicht auch Zellgewebe, organische Muskelfasern und Längsfaserhaut der Gefässe), endlich das Auswachsen in Samenfaden, das unter zwei Modificationen vorkommt, so dass aus einer secundären Zelle entweder ein ganzes Bündel, oder nur ein einzelner Faden entsteht.

Bei vielen dieser Veränderungen bestehen die secundären Zellen zeitlebens in unveränderter Weise, bei anderen geht ihre Natur ganz zu Grunde, indem sie ihre Höhlung und ihre primären Zellen verlieren, was denn oft zu der Annahme verleitete, dass die letzteren bei vielen gänzlich fehlen. Man wird aber immer, wenn man zur rechten Zeit nachforscht, das heisst, wenn die Zellen sich bilden und so lange sie noch jung sind, sich überzeugen, dass dem nicht so ist.

Endlich erwähne ich noch den Untergang der secundären Zellen, der entweder durch Dehiscenz oder Auflösung zu Stande kommt. Erstere findet sich augenscheinlich bei den Cysten der Hoden, welche die Samenfaden oder deren Mutterzellchen, und der Dotterzelle, welche der Embryo austreten lässt, höchst wahrscheinlich auch bei den Drüsen und überall, wo bei endogener Zellenbildung Tochterzellen frei werden; die letztere ist nicht so bestimmt nachzuweisen, doch sah ich sie bei den Knorpeln und den Ohrkapseln der Cephalopoden, wo die Zellen in eine homogene Intercellularsubstanz und eine Flüssigkeit sich umwandeln.

Anmerkung. Ueber die Pflanzenzellen bemerke ich zur Vergleichung nur so viel, dass dieselben um primäre Zellen sich bilden und zu einer gewissen Zeit constant solche enthalten; ferner, dass sie nur durch endogene Zellenbildung sich vermehren, so dass also die ganze Pflanze aus einer ursprünglichen und ersten Zelle hervorgeht und nur durch die Thätigkeit schon vorhandener Zellen wächst. Bei den Pflanzen kommen ebenfalls ungeheure secundäre Zellen vor, da nach *Nägeli* gewisse Algen, wie Bryopsis, Caulerpa, Valonia, Codium, Flabellaria u. a. m., nur aus einer einzigen, oft mannigfach verästelten Zelle bestehen, die noch das sehr Auffallende zeigt, dass sie trotz ihres Characters einer einfachen Zelle verschiedenartige Organe besitzt, nämlich Achsen mit begrenztem Wachsthume als Analoga von Blättern und Wurzeln der complicirten Pflanze, und Achsen mit unbegrenztem Wachsthum, ähnlich den Stämmen. — Gewisse der oben als secundäre Zellen aufgeführten Elemente werden noch nicht allgemein als solche anerkannt. So betrachtet *Valentin* nicht die ganzen Ganglienkugeln und Eier als solche, sondern nur deren Kerne und die Keimbläschen. Doch ist er zu dieser Annahme wohl nur durch die ganz evidente Bläschennatur der letztgenannten Theile geführt worden; nun aber, da gezeigt worden ist, dass auch die anderen sogenannten Kerne überall Bläschen sind, wird er wohl wieder von derselben zurückkehren und mit uns drei ineinandergeschachtelte Körper, von denen der innerste ein Korn, die beiden anderen Bläschen sind, und die je der grössere um den kleineren sich bildeten, überall für secundäre Zellen erklären. Dass die Cysten der Hoden hieher gehören, sieht man am besten bei nicht brünstigen Thieren, wo man im Samen, ausser den primären Zellen und Elementarkörnern, viele kleine secundäre Zellen mit einer primären, und einige grössere mit 2, 3 oder noch mehreren der letzteren vorfindet. Von den Zellen des Drüseninhaltes habe ich oben schon erwähnt, dass sie ursprünglich alle einfache, mit Kernchen begabte primäre Zellen besitzen. — Umwandlung secundärer Zellen in Bündel von Samenfaden sah ich bei Oxyuris ambigua, Trichocephalus dispar und nodosus, Strongylus auricularis, Ascaris acuminata, Daphnia brachiata (*Müller*'s Archiv, 1843, St. 73), Bildung eines einzigen Samenfadens aus einer secundären Zelle nur bei Doris argo und vielleicht beim Lymnæus stagnalis (siehe *Kölliker*'s Beiträge, Taf. I, Fig. 12).

Hiemit ende ich diesen Excurs, der, wie man leicht einsieht, nicht den Zweck hatte, eine vollständige Darstellung aller bisher bekannt gewordenen Zellenverhältnisse zu geben, sondern mehr dogmatisch ein Bild unserer jetzigen, namentlich durch das Studium der Entwickelungsgeschichte geläuterten Erkenntniss vorführen wollte. Es ist daraus einerseits die Bestätigung und Befestigung vieler Puncte der Theorie von *Schwann*, namentlich was das constante Vorkommen der Kerne und Kernkörper, die Bildung der Kerne um die Nucleoli und der Zellen um die Kerne, endlich die Entwickelung der höheren Gewebe aus den Zellen betrifft, hervorgegangen, anderseits die Einsicht in manche noch unbekannte Verhältnisse eröffnet worden. Wie es *Schwann*, dem überhaupt bei seiner tiefen Beschäftigung mit diesem Gegenstande kaum eine Möglichkeit entging, schon ahnte, sind nun die Kerne als Bläschen erkannt worden, wesshalb ich sie primäre Zellen nannte; ferner wissen wir nun, dass sie durch endogene Zellenbildung sich vermehren, ursprünglich nur einen Kern enthalten und, wie die secundären Zellen, in einige eigenthümliche Gewebe übergehen. Von ihren Kernen, den Nucleolis, haben wir die Vermehrung durch Theilung, die wandständige Lage und den bisweilen vorkommenden Uebergang in Bläschen erfahren. Dann sind wir durch eine neue Art Elemente, die Umhüllungskugeln, bereichert worden, von denen wir die Entstehung um primäre Zellen, die Vermehrung durch Theilung jedes Mal nach erfolgter Verdoppelung ihrer primären Zellen und den Uebergang in Zellen, und vielleicht auch andere Gewebe, gesehen haben. Von den secundären Zellen endlich haben wir eine neue Bildungsweise, nämlich die um Umhüllungskugeln, oder um den ganzen Inhalt, kennen gelernt, und wissen nun, dass, wo zwei oder mehr primäre Zellen in denselben vorkommen, dies immer einer späteren Bildung zuzuschreiben ist. Von allen diesen vier Elementartheilen konnte dann auch bei den Embryonen ganz bestimmt gezeigt werden, dass sie nirgends unabhängig von einander, sondern je die späteren aus den früheren sich bilden und dasselbe liess sich auch für das spätere Wachsthum und die immer neuentstehenden Gewebe normaler Körper an vielen Orten mit Gewissheit, an anderen mit Wahrscheinlichkeit zeigen, oder wenigstens als möglich annehmen.

Ungeachtet dieser mannigfachen neuen Thatsachen müssen wir aber doch, wenn man das grosse Ganze ins Auge fasst, zugeben, dass *Schwann*'s *Zellentheorie* richtig und wahr bleiben wird, so fern man darunter versteht, dass *zellenartige Theile* (primäre und secundäre Zellen und Umhüllungskugeln, bei denen offenbar die primären Zellen als das Wesentlichste angesehen werden müssen) *zu einer gewissen Zeit den ganzen Organismus zusammensetzen und durch mannigfache Umwandlungen seine complicirtesten Elementartheile hervorbringen.* *Schwann*'s Kenntnisse von der Bildung und Vermehrung der Zellen, von ihrer Umwandlung in höhere Gewebe, von der Beschaffenheit ihrer einzelnen Theile waren allerdings nicht erschöpfend und oft irrig; allein das berechtigte nicht, wie es von mehreren Seiten geschah, über seine ganze Lehre den Stab zu brechen; auch die Thatsachen, die

ich hier in Folge der Beobachtungen von *Henle*, *Valentin*, *Vogt*, *Bergmann*, *Bischoff*, *Reichert* und meinen eigenen aussprach, stehen nicht auf unerschütterlichen Füssen und können in manchen Beziehungen unrichtig sein; auf jeden Fall aber werden sie in späterer Zeit, in Folge fortgesetzten Forschens, einer immer besseren Erkenntniss weichen. *Schwann*'s grosses Verdienst, das vielleicht die spätere unbefangene Geschichte erst in seinem ganzen Umfange würdigen und ihm unbestritten zueignen wird, bleibt es, dass er die Uebereinstimmung der Thiere und Pflanzen in Structur und Wachsthum nicht bloss theoretisch erfasste und ahnte, wie ein *Oken*, *Raspail* u. A., bei denen man immerhin zweifeln darf, dass sie von dieser grossen Idee eine innige Ueberzeugung besassen, da sie dieselbe nicht auch am Seienden nachzuweisen versuchten, sondern in rascher That dieselbe auch durch glänzende Beobachtungen bestätigte.

Wenn es mir noch erlaubt ist, ein Wort über die jetzige Aufgabe der Histologie zu sagen, so möchte ich dieselbe neben der Untersuchung der Verhältnisse der einfacheren Elemente und ihrer Umwandlung in die zusammengesetzteren, die wegen ihrer verhältnissmässig leichten Erforschung noch lange das Lieblingsstudium der in dieser Richtung thätigen Forscher bleiben wird, auf ein Feld lenken, das bisher noch ganz unbebaut blieb; es ist diess die *Forschung nach der Bildungsweise der Organe*. Die Botanik hat diesen Weg schon betreten und sich schöne Früchte errungen. *Schleiden* entdeckte bei den Pflanzen Organe, die nur an ihrer Basis bis zu einer gewissen Grösse wachsen (die Blätter, Wurzeln), andere, die nur an der Spitze unbegrenzt zunehmen (Stämme); eben so fand *Nägeli*, obschon nicht ganz dieselben, doch bestimmte Unterschiede des Wachsthumes der verschiedenen Organe der höheren Pflanzen und deckte noch ausserdem, wie er nächstens öffentlich bekannt machen wird, bei vielen Kryptogamen die ganze Art und Weise ihrer Vergrösserung von der ersten Zelle an bis zum complicirten Organismus auf, indem er zeigte, wie die Zellen durch die mannigfachen Weisen, wie die endogene Zellenbildung und das Wachsthum an ihnen sich manifestirt, die verschiedenartigsten Organe und Formen hervorbringen. Von einer solchen Möglichkeit hat die Zoologie kaum eine Ahnung, geschweige denn, dass sie sich schon in diese Bahn gewagt hätte. Und allerdings, man muss es zugeben, stellt sich auch bei ihr die Aufgabe unendlich schwieriger. Wer jetzt daran denken wollte, für ein ganzes, nur etwas complicirtes Thier (und für die anderen reichen unsere Instrumente kaum aus) herausfinden zu wollen, durch welche Combinationen der Zellen dasselbe mit allen seinen Theilen aus der ersten Zelle des befruchteten Eies hervorgeht, der würde nun und nimmermehr zu einem Ziele kommen, sondern Zeit und Mühe verschwenden. Ein glücklicher Anfang ist nur bei den einfacheren Organen möglich, wie etwa bei den aus einer einfachen Zellenreihe entstehenden Drüsen, wo sich auch jetzt schon, wie ich zeigte, vermuthen lässt (*Müller*'s Archiv, 1843), dass sie durch Zellenbildung an der Spitze fortwachsen, bei einfacheren Organen wirbelloser Thiere u. s. w.

Dass aber diese Richtung, wenn sie von unseren besten Forschern mit Eifer verfolgt werden wird, zu einer geläuterten Einsicht in die Bildungsgesetze der Thiere führen müsse und die ganze vergleichende Anatomie und Physiologie auf einen höheren Standpunct bringen werde, dafür bürgen die folgereichen Ergebnisse, die den Botaniker jetzt schon lohnen.

II. Achtfüssler.

Argonauta argo. Tremoctopus violaceus.

Obschon meine Beobachtungen über diese Familie der Cephalopoden von wünschenswerther Vollkommenheit weit entfernt sind, so zögere ich doch nicht, dieselben bekannt zu machen, da wir, ausser dem sehr mangelhaften, was wir von *Delle Chiaie* (Memorie, 2te Aufl., Bd. I, Tab. 14) wissen und dem wenigen, das uns die, welche über den Parasitismus der Argonauta schrieben, von den reifen Embryonen gemeldet haben, von der Entwickelung der Achtfüssler keinerlei Kenntniss haben. Nicht dass die gelegten Eier dieser Thiere schwierig zu erhalten wären, denn fast alle Argonauten, die ich wenigstens in Messina bekam, waren mit solchen versehen, allein die Kleinheit derselben und die Undurchsichtigkeit des Dotters so wie der Embryonaltheile setzt der Zergliederung und der mikroskopischen Untersuchung fast unübersteigliche Grenzen; ja auch die Gewebeentwickelung lässt sich wegen der Kleinheit der Elementartheile und weil es schwer hält, dieselben gehörig zu isoliren, nur mit Mühe verfolgen, mit einem Worte, die Verhältnisse stellen sich bei weitem nicht so grossartig, so offen dem Blicke dar, wie es bei den Sepien der Fall ist.

Die Eier von Argonauta und Tremoctopus sind, so lange sie im Eierstocke sich finden, rundlich-länglich von Gestalt und bestehen aus Dotterhaut, körnigem Dotter, Keimbläschen und Keimfleck. Bei beiden ist an den reiferen der Dotter mit Längsstriemen, die Dotterhaut mit Längsfalten versehen, die gerade so sich ausnehmen, wie ich sie oben bei den im Anfange der Faltungen befindlichen Eiern von Sepia und Sepiola beschrieb. Die Eier werden wahrscheinlich in der Eierstockkapsel befruchtet, da bei Argonauta wenigstens alle in den Eierleitern befindlichen Eier die Keimbläschen verloren haben. Die äussere Eihülle oder das Chorion bildet sich im Eierleiter als eine Hülle structurlosen, hellen, durchsichtigen Schleimes, der die Dotterhaut überall dicht umzieht und an dem der äusseren Geschlechtsöffnung abgewandten Pole des Eies in einen rundlichen Faden oder Strang ausgezogen ist, der um so länger wird, je weiter die Eier nach der äusseren Geschlechtsöffnung hin vorrücken. Die gelegten Eier von Argonauta sind zu bekannt, als

dass ich mich lange dabei aufhalten sollte; sie bestehen aus dem Chorion, der Dotterhaut, die, wie auch schon an den Eiern der Eierleiter, ganz glatt ist, und körnigem Dotter; die stielartigen Fortsetzungen der äusseren Eihaut sind je von 2—6 Eiern in ein Reiserchen vereinigt, diese wiederum in Aestchen, die Aestchen in Aeste versammelt, und der Stamm, der aus der Vereinigung aller dieser entsteht, durch eine klebrige Masse an den Kiel der Schale geheftet. Eine ganz ähnliche, nur etwas dichtere Traube bilden auch die Eier des Tremoctopus, die, ausgenommen dass sie etwas grösser sind, denen von Argonauta sonst ganz gleichen; verschieden ist nur ihre Anheftungsweise, die ich oben schon beschrieb. Die Aeste nämlich, statt in einen Stamm sich zu vereinigen, senken sich alle in eine gelbliche, 1″ lange, 4‴ breite und einige Linien dicke Masse ein, die an dem einzigen eiertragenden Thiere, das ich fand, an der den Eierstielen abgewandten Seite von 13 der untersten Saugnäpfe des zweiten Armes der rechten Seite festgehalten wurde und daselbst eben so viele, den Vertiefungen der Näpfe genau sich anpassende Erhabenheiten besass.

Die Entwickelung des Embryos beginnt mit der Durchfurchung des spitzen Poles des Dotters, deren erste Stadien, die wahrscheinlich ähnlich, wie bei Sepia und Loligo, sich verhalten, der Kleinheit der Eier und der Unmöglichkeit wegen, die Dotter zu isoliren, oder so zu stellen, dass sie den spitzen Pol dem Beobachter zuwandten, nicht wahrgenommen werden konnten, obschon dieselben ganz gewiss an den untersuchten Eiern oft genug da waren, da gewöhnlich eine Eiertraube alle Entwickelungsstufen, von der untersten an bis zu den fertigen Embryonen, enthielt. Was ich zuerst sah, war eine kleine, runde Scheibe von einer einfachen Lage von Kugeln, die körnigen Inhalt und eine Embryonalzelle, deren Kern nicht zu sehen war, enthielten; von Furchungssegmenten zeigte sich keine Spur. So bei Tremoctopus und Argonauta. Dann mehrten sich die Kugeln, dehnten sich immer weiter über den Dotter aus nach dem stumpfen Eipole hin, und bildeten zugleich erst zwei und dann mehrere Schichten; es entstand so aus der Scheibe ein den Dotter überziehender Schlauch von Kugeln, der mit einem scharfen, ringförmigen Rande vom Dotter abgegrenzt war. Auf diesem fand ich nur bei Argonauta um die Zeit, wo derselbe über einen Drittheil sich ausgedehnt hatte, Flimmerhaare, die aber nur sehr kurze Zeit bestanden und sobald die ersten Organe sichtbar wurden, einem wimperlosen Epithelium Platz machten. Sobald der Keim zwei Drittheile des Dotters überwachsen hatte, bildete sich an dem Theile desselben, der zuerst entstanden war, eine ringförmige Furche, die denselben in einen grösseren und kleineren, Kopf- und Manteltheil, trennte. Dann erhoben sich zu beiden Seiten dieser Furche zwei Leisten, die beiden Trichterhälften, die zangenförmig gegen einander sich neigten und auf der Bauchseite wulstiger waren, und zwischen ihnen und dem Manteltheile entstanden, als zwei rundliche Erhabenheiten, die Kiemen. Am Kopfe, der sich noch nicht vom peripherischen Theile des Keimes, der

zum Dottersacke werden soll, abgeschnürt hatte, waren ausser zwei länglich-runden, an der Rückseite gelegenen Erhabenheiten, den Augen, keine anderen Theile sichtbar.

Sobald der Keim den Dotter ganz umwachsen hatte, bildeten sich am Kopfe jederseits vier längliche Leisten, die Arme, zwischen deren viertem Paare auf der Rückseite eine rundliche Vertiefung, der Mund, sichtbar wurde, das Auge zeigte sich grösser, rund, doch noch ohne Spur von Färbung, die einander näher gerückten Trichterhälften ragten bis in die Höhe des hinteren Endes der Augen und waren bedeutend dick und wulstig. Der Manteltheil grenzte sich namentlich auf der Bauchseite schärfer ab und wuchs daselbst mit einer Falte über die Furche hinaus, so dass nun die Kiemen, an denen noch keine Spur von Blättchen vorkam, schon theilweise in denselben zu liegen kamen. Als etwas Eigenthümliches, obschon von geringem Belang, erwähne ich eine trichterförmige, ziemlich tiefe Grube, die in der Mitte der freien Seite des noch platten, deckelförmigen und keineswegs glockenartigen Mantels sich fand und von einem zapfenartigen, von dem spitzen Pole des Chorion nach innen ragenden Vorsprunge herrührte. Der Dottersack, der bis jetzt kaum Andeutungen von verschiedenen Abtheilungen zeigte, theilte sich nun, obschon nicht sehr scharf, in einen äusseren und inneren Sack, von denen jener gleich von Anfang an ein anderes Verhältniss zeigte, als bei den Zehnfüsslern, da er kaum einmal grösser war, als der Embryo, dieser in einen dicken Kopf und einen schmaleren Manteltheil sich schied, von denen der letztere, entsprechend der geringen Vertiefung, die der Mantel jetzt noch besass, nicht über die Kiemen in denselben hineinragte.

So weit reichen meine Beobachtungen an Tremoctopus, was ich fernerhin angeben werde, bezieht sich einzig und allein auf Argonauta.

An dieser gehen während des Wachsthumes der Embryonen ähnliche Veränderungen vor, wie bei Loligo und Sepia. Während nämlich früher der Kopf viel grösser ist, als der Mantel, so wächst in der zweiten Periode des Embryonallebens letzterer rascher als jener, gewinnt erst dieselbe Länge während die Breite noch geringer bleibt und ist an reifen Embryonen um ein Bedeutendes länger und etwas breiter als der Kopf.

Die *Arme* gewinnen während des Eilebens nur geringen Umfang und Länge, und versehen sich erst spät mit den Saugnäpfen; ob mit denselben Lageveränderungen vorgehen, wie ich sie bei den Zehnfüsslern beschrieb, weiss ich nicht. So lange ein äusserer Dottersack vorhanden ist, liegen sie demselben an, später, wenn derselbe klein wird und schwindet, neigen sie sich alle gegen einander und bilden eine niedrige, mit breiter Basis versehene Pyramide. An reifen Embryonen findet man an dem ersten Paare der Bauchseite, das schon seit langer Zeit die andern an Grösse übertrifft, drei Saugnäpfe, an allen anderen nur zwei, die alle aus ihrer früheren warzenförmigen Gestalt in die vertiefter Gruben übergegangen und, was besonders auffallend ist, fast noch einmal so breit sind, als die Arme selbst.

An den *Augen* fand ich die Bildung der Linse in einer Grube der äusseren Oberfläche, die nachher sich schloss, ganz so, wie bei Sepia, und nahm auch in der übrigen Entwickelung derselben, so weit ich sie verfolgte, nichts Abweichendes wahr; das Pigment zeigte sich erst gelblich, dann röthlich und endlich schwarzbraun.

Die *Gehörorgane* nahm ich erst an reiferen Embryonen wahr; sie bestanden auch hier aus zwei dicht über dem Trichter gelegenen, rundlich-viereckigen Kapseln von 0,09‴ Durchmesser, die einen rundlich-eckigen Gehörstein von 0,018‴ enthielten und mit einem Kanale in Verbindung standen, der 0,0025‴ weit in der Höhe des Steines begann, erst nach aussen und dann gerade nach hinten zog, bis zu 0,006‴ sich erweiterte und endlich, bevor er das hintere Ende der Kapsel erreicht hatte, wiederum schmal ausging. Auch hier enthielt der Kanal Wimpern, jedoch, so viel ich zu sehen vermochte, nur in seinem engeren Anfangstheile; überhaupt war das ganze Gebilde, das ebenfalls nur an isolirten Gehörkapseln sich wahrnehmen liess, von so grosser Zartheit, dass ich noch mehr als bei Sepia dasselbe wohl schwerlich aufgefunden hätte, wenn es mir nicht schon von Loligo bekannt gewesen wäre.

Von *Nerven* sah ich nur die Augen- und Mantelganglien, die an reifen Embryonen leicht wahrzunehmen waren.

Der *Trichter*, dessen beide Hälften um die Zeit, wo die Augen sich zu färben begannen, sich vereinigten und dessen weitere Ausbildung, d. h. die seines Kanals, ich nicht verfolgte, war bei reifen Embryonen sehr gross, ragte über die Augen hinaus bis an die Basis der Arme und nahm an den lebhaften Bewegungen der jungen Thiere sehr grossen Theil.

Die äusseren Bedeckungen des *Mantels* zeigten, entgegen den Angaben von *D. Chiaie* (Memorie, 2te Aufl., Bd. I), der die von *Poli* bestätigte, keine Spur der Schale, weder in einer membranösen noch kalkigen Ablagerung, vielmehr war der Mantel ringsherum glatt und überdiess, wie auch andere Theile, mit einer eigenthümlichen Bekleidung versehen, die schon von vorne herein das Vorhandensein eines Rudimentes der äusseren Schale sehr unwahrscheinlich machte. Ich stimme also ganz der Madame *Power* bei, die schon im Jahre 1835 dasselbe aussprach, was ich jetzt in Folge neuer und der Wichtigkeit der Sache wegen sorgfältiger Untersuchungen melde. Die eigenthümliche Bekleidung, von der ich so eben sprach, war nur bei den älteren Embryonen zu treffen und bestand in Büscheln feiner Haare, die auf der ganzen Körperoberfläche, an Kopf und Mantel, doch mehr zerstreut sich fanden und noch am zahlreichsten in der Nähe der Augen vorkamen. Mein erster Gedanke, als ich diese Theile sah, war an Flimmerhaare, da ich ja solche auch noch an den reifen Embryonen von Sepia und Loligo gefunden hatte, allein nie, auch wenn ich unter den günstigsten Umständen an Embryonen, deren Herzen pulsirten, die lebhafte Athembewegungen machten, untersuchte, konnte ich Bewegungen derselben wahr-

nehmen, vielmehr blieben die Haare eines jeden Büschels stets dicht an einander geklebt. Nicht selten traf ich neben den Embryonen im Wasser ausgefallene Haarbüschel und fand so, dass je eines derselben der ebenen Fläche einer halbkugelförmigen Zelle von 0,006‴ Durchmesser, die nichts als helle Flüssigkeit enthielt, aufsass; auch an diesen waren die Haare unbeweglich, klebten aber nicht immer an einander, sondern waren wahrscheinlich in Folge mechanischer Einflüsse, die sie erlitten hatten, sehr häufig pinselförmig ausgebreitet. Ueber die Bedeutung dieser Haarbüschel, deren Länge 0,018—0,024‴, deren Breite 0,006‴ betrug, möchte sich schwer etwas aussagen lassen; vielleicht sind dieselben als wirkliche Haare von der einfachen Zusammensetzung, wie sie bei vielen wirbellosen Thieren sich finden, zu betrachten, möglicherweise könnten es aber auch in der Entwickelung begriffene Flimmerhaare sein, die auf ähnliche Weise, wie ich es für diejenigen der Paludina annahm, als einfache Zellenauswüchse entstehen, sich zerfasern und endlich in ein Büschel Wimpern sich verwandeln; nur fände sich dann hier im Widerspruche mit Paludina Bewegungslosigkeit der noch unreifen Wimpern. — Gegen das Ende des Eilebens treten auch bei Argonauta *Pigmentflecken* auf, die, wie bei Loligo, sehr gross sind, nur sparsam vorkommen und eine regelmässige Stellung zu besitzen scheinen.

Vom *Gefässsysteme* sind an reiferen Embryonen die Kiemenherzen, das Aortenherz und die vom Kopfe kommende Hohlvene durch die Bauchwand des Mantels sehr deutlich zu sehen. Die *Kiemen* sind auch an ganz reifen Embryonen noch ungemein einfach; eine jede stellt nämlich ein längliches Stäbchen dar, das vier warzenartige Auswüchse, die ersten Kiemenlappen, trägt, von denen je zwei und zwei einander gegenüberstehen.

Der *äussere Dottersack*, der, wie ich oben bemerkte, schon anfangs klein war, wurde bei fortschreitender Entwickelung in den Embryo, d. h. in den inneren Dottersack, aufgenommen. An Embryonen mit gelbem Pigmente der Augen, deren Kopf noch breiter war als der Mantel, fand ich den äusseren Dottersack gerade so gross als den Mantel; an solchen, wo Kopf und Mantel gleich breit waren, zeigte er sich noch als eine kleine, birnförmige Blase zwischen den Armen, bei reifen Embryonen endlich, die so eben dem Eie entschlüpften, war er spurlos verschwunden.

Der *innere Dottersack* nahm fast in gleichem Maasse, als der äussere sich verkleinerte, an Grösse zu. Sein Manteltheil wuchs mit der Zunahme des Hinterleibes immer mehr in die Länge und zog sich an seinem Ende, wie bei den Zehnfüsslern, in zwei schon von *D. Chiaie* abgebildete Lappen aus. Der Kopftheil wurde, so wie die Abschnürung des Embryos fortschritt und die Kopftheile sich zusammenzogen, immer enger und zuletzt schmaler als der Manteltheil, da auch hier die Hauptmasse des Dotters in den Hinterleib trat. An reifen Embryonen sah ich unter dem Mikroskope nur noch den Manteltheil, der ungefähr so sich ausnahm wie bei Sepia und eine rundlich-viereckige,

auf der Rückseite mit einer Furche versehene Masse darstellte, an der von den früheren Lappen nichts mehr wahrzunehmen war.

Die Bildung des *Darmkanales*, die wahrscheinlich, wie bei Sepia, unabhängig vom inneren Dottersacke vor sich geht, konnte ich nicht verfolgen, beschränke mich daher auf die Beschreibung dessen, was ich bei reifen Embryonen sah. Hier waren in der Mundmasse die Kiefer und die Zunge gebildet, der enge Oesophagus liess sich mit Ausnahme des Schlundes bis hinter die Gehörkapseln verfolgen, wo er in den weiten Kropf anschwoll, der nur bis an den Manteltheil des inneren Dottersackes sich verfolgen liess und hier wahrscheinlich, wie bei Sepia, in eine Rinne desselben weiter nach hinten verlief. Hinter dem Dottersacke kam auf der Rückseite der runde Magen und links davon der merkwürdiger Weise mit Flimmerepithelium versehene Spiralblindsack oder das Duodenum zum Vorschein, auf der Bauchseite endlich sah man den dicken Mastdarm zum Theil vom grossen Tintenbeutel versteckt, und die vierlippige Afteröffnung.

Von den Anhangsorganen sah ich den *Tintenbeutel* und die zwei hinteren *Speicheldrüsen.* Jener erschien ziemlich früh als eine in der Mitte der Bauchseite gelegene, runde, schwärzliche Masse und blieb von nun an nebst den Augen der am meisten auffallende Theil der Embryonen. Bei ganz reifen Thieren war derselbe bedeutend grösser, als die Augen, doch ohne sichtbaren Gang. Die Speicheldrüsen lagen auf der Rückseite des Manteltheiles des inneren Dottersackes und waren nebst ihren besonderen und dem gemeinschaftlichen Ausführungsgange sehr schön zu sehen. — Von *Geschlechtsorganen* enthielten auch die reifsten Embryonen keine Spur.

Die Entwickelung der bis jetzt untersuchten Cephalopoden zeigt, was die Formverhältnisse betrifft, in den wesentlichsten Puncten die grösste Uebereinstimmung und nur in untergeordneten Verhältnissen da und dort eine Abweichung. Bei Allen findet sich in frühester Zeit ein Keim, der über eine kleine Stelle des Dotters ausgebreitet ist, einer partiellen, in eigenthümlicher Weise erfolgenden Furchung seinen Ursprung verdankt (Sep., Lol., Trem., Arg.) und sich bald in einen centralen Theil, den Embryo, und einen peripherischen, den äusseren Dottersack, scheidet. Auf dem centralen Theile bildet sich der Embryo mit einem ganz bestimmten Theile zuerst, jedoch nicht mit der Rücken- oder Bauchseite, wie bei den Wirbel- und Gliederthieren, sondern mit dem ganzen hinteren Leibesende zugleich. Zuerst nämlich entsteht der Mantel mit seiner gesammten Oberfläche, und dann schreitet von diesem Puncte aus die Bildung peripherisch nach allen Seiten gleichmässig fort, indem nach und nach die Kiemen, Trichterhälften, der Kopf und zuletzt,

als äusserster Theil, die Arme entstehen. Der so entstandene Embryo nun ist anfänglich nicht von dem Dottersack geschieden, sondern mit demselben gleichmässig über den Dotter ausgebreitet, nachher aber zieht er sich mit seinen peripherischen, zuletzt entstandenen Theilen immer mehr zusammen und schnürt sich endlich, wenn dieselben einander nahe gerückt sind, ganz von demselben ab. In Folge desselben Vorganges zerfällt der Dottersack in einen äusseren, freien und einen inneren, eingeschlossenen Sack, indem nämlich ein Theil des Dotters in den Embryo sich hineinsenkt und die innerste Lage des centralen Keimes zur Hülle erhält.

Die Organe der Cephalopodenembryonen entstehen nicht aus gesonderten Blättern, einem für die vegetativen, einem anderen für die animalen Systeme, sondern sie bilden sich aus der durchweg zusammenhängenden Körperanlage einfach durch mannigfaltige Einschnürungen und Wucherungen. Nicht einmal lässt sich, auch abgesehen von besonderen Schichten, wenn man die Ausbreitung des Embryos in der Fläche betrachtet, eine bestimmte Lage der verschiedenen Gruppen von Organen erkennen, denn, wenn schon in der Mitte des Keimes animale Organe, wie Mantel, Trichter, Kopf und Arme, an den peripherischen Theilen der vegetative äussere Dottersack sich findet, so wird doch das Verhältniss durch die mitten in den animalen Organen sich erhebenden Kiemen getrübt. Besser noch stellt sich die Sache bei Betrachtung der Aufeinanderfolge der Organe in der Tiefe heraus. Da treffen wir zuäusserst den Mantel, Trichter und die animalen Organe des Kopfes, wie die Augen, Geruchs- und Gehörorgane, die Arme, die Knorpelkapsel des Kopfes, den Schlundring, nach innen davon die Herzen und Hauptstämme des Gefässystemes und am weitesten nach innen den Darmkanal, die Leber, Speicheldrüsen und den inneren Dottersack; doch stören auch hier wieder die uranfänglich an der äussersten Oberfläche liegenden Kiemen die sonst sich bewährende Norm. — Die einzelnen Organe bilden sich auf folgende Weise:

Der *Mantel* entsteht in Folge einer Furche, die den mittelsten Theil des Keimes von den äusseren scheidet, immer tiefer dringt und endlich als ringförmige Spalte die Mantelhöhlung darstellt und mit ihrem hohen, wulstigen Rande als Mantel erscheint.

Die *Kiemen* bilden sich ausserhalb der Mantelfurche frei an der Oberfläche des Keimes, rücken allmälig dem Mantel näher und kommen endlich durch das Wachsthum desselben und mit dem Tiefergreifen der Furche in dessen Höhlung zu liegen. Die Kiemenlappen und Läppchen entstehen als Wucherungen der Oberfläche der Kiemen (Sep., Lol., Arg.).

Von den *Herzen* nimmt vielleicht das *Aortenherz* ausserhalb der Mantelfurche als wulstige Erhabenheit der Keimoberfläche seinen Ursprung (Sep., Lol.), die *Kiemenherzen* dagegen bilden sich innerhalb derselben (Sep., Lol.), sind erst in der Leibesmasse vergraben und heben sich dann später kugelig über die Oberfläche der Manteleingeweide

hervor. Alle drei Herzen sind erst geschlossene Blasen (Sep., Lol.), wahrscheinlich uranfänglich selbst ohne Höhlung, sondern durch und durch solid, und setzen sich später mit den Gefässtämmen in Verbindung. Die Anfänge der grossen Gefässe und die an den Venen sitzenden Anhänge entstehen an derselben Stelle wie die Herzen und sind in ihrem weiteren Verlaufe entweder durch den Darm vom inneren Dottersacke getrennt, wie die Aorta, oder liegen demselben unmittelbar auf, wie die vorderen und die hinteren Hohlvenen und die hintere Aorta.

Der *Trichter* bildet sich zwischen Kopf und Kiemen aus zwei erst getrennten, länglichen, gebogenen Erhabenheiten (Sep., Lol., Sepl.,? Trem., Arg.), die, indem sie mit ihren Endtheilen auf der Rücken- und Bauchseite verschmelzen zu einem ringförmigen, den Hals zwischen sich fassenden Gebilde sich umgestalten. Der *Trichterkanal* geht aus der Vereinigung der sich umschlagenden, äusseren Ränder der Spitzen der vorderen Trichterschenkel hervor (Lol.). Der *Knorpel des Trichters* ist erst eine kugelige Erhabenheit, die sich nachher in der Mitte einsenkt und zu einer Grube gestaltet.

Der *Kopf* verdankt zweien, nach aussen von den Trichterhälften gelegenen Wülsten, den vorderen und hinteren Kopflappen, den Ursprung, welche Lappen bald unter sich und mit den entsprechenden der anderen Seite zu einem Gebilde verschmelzen. Auch die Knorpelkapsel des Gehirns geht wahrscheinlich aus zwei erst getrennten Hälften hervor.

Ueber das *Nervensystem* lässt sich wenig Sicheres angeben, höchstens so viel, dass dessen Hauptmassen, wie Hirn und Augenganglien, unabhängig von einander sich bilden, ursprünglich solid sind und ersteres vielleicht aus zwei Hälften zu einem Gebilde verschmilzt.

Die *Augen* zeigen sich sehr früh als längliche, allmälig ins Rundliche übergehende Erhabenheiten der hinteren Kopflappen, die sich bald in verschiedene Schichten sondern und in einer Einstülpung ihrer äusseren Fläche, der Linsengrube, die nachher sich schliesst, die Linse erzeugen (Sep., Lol., Arg.).

Die *Gehörkapseln* nehmen in den vorderen Kopflappen ihren Ursprung (Sep., Sepl., Lol., Arg.), sind erst solid (Sep., Lol.) und versehen sich später mit einer Höhlung, Gehörsteinen und einem besonderen, flimmernden, gebogenen Kanale (Sep., Lol., Arg.).

Die *Geruchsorgane* zeigen sich anfänglich als zwei kleine Wärzchen der vorderen Kopflappen, die nachher in der Mitte sich einsenken und zu einem Grübchen sich umgestalten (Sep.).

Die *Arme* entstehen an der Grenze des centralen Keimes (Sep., Sepl., Lol., Arg., Trem.) und liegen das erste bis vierte Paar ursprünglich auf der Bauchseite, das fünfte auf der Rückseite, kommen sich aber mit dem Vorschreiten der Abschnürung des Embryos immer näher, so dass sie zuletzt gleichmässig vertheilt sind (Sep.). Im Laufe dieser Veränderungen greift das vierte Paar über das fünfte, so dass es zum ersten der Rückseite wird und das zweite wächst mit seinen Wurzeln so weit nach hinten, dass dieselben hinter denen des

ersten in der Mittellinie der Bauchseite sich berühren und nun, da inzwischen das erste und dritte Paar durch eine Membran sich vereinigt haben, in einer Grube versteckt liegen. Die *Saugnäpfe* haben anfangs halbkugelige Wärzchen und versehen sich erst später mit Grübchen (Sep., Lol.)

Der *Darmkanal* mit allen seinen Anhangsorganen, Leber, Speicheldrüsen, Tintenbeutel, entsteht ganz unabhängig von dem äusseren und inneren Dottersacke (Sep.) aus den innersten Massen des centralen Keimes. Mit Ausnahme von Mund- und Afteröffnung (Sep., Lol.) und der Oeffnung des Tintenbeutels (Lol.), die als wahre Einstülpungen der äusseren Leibesoberfläche sich bilden, sind wahrscheinlich alle seine Theile und nachweisbar (Sep., Lol.) die Speiseröhre, der Magen, Zwölffinger- und Enddarm, die Gallengänge, die Speicheldrüsen, ursprünglich solide Massen, die erst in weiterer Entwickelung Höhlungen erhalten.

Der *Dotter* wird nicht im äusseren Dottersacke resorbirt, er tritt daher allmälig in den inneren ein, welcher dadurch eine bedeutende Grösse erlangt, während jener immer kleiner wird und endlich ganz schwindet, oder mit seinen Ueberresten abfällt. Bei den reifen Embryonen ist der innere Dottersack auf seine höchste Entwickelung gelangt, zeigt jedoch jetzt schon durch die eingetretene Ablösung einzelner Theile an, welches Schicksal ihn in Kurzem erreichen wird.

Was die Abweichungen betrifft, die zwischen den einzelnen Geschlechtern stattfinden, so kann man vor Allem einige namhaft machen, welche die Acht- und Zehnfüssler von einander scheiden. Bei jenen ist die Embryonalanlage glockenförmig und über einen grossen Theil des Dotters ausgebreitet, bei diesen dagegen stellt sie anfänglich eine flache Schale dar und ist auf eine kleine Strecke des Eies beschränkt, ein Unterschied, der jedoch, wenn man die Grössenverschiedenheiten der Eier beider Abtheilungen ins Auge fasst, seine Bedeutung ganz verlieren möchte. In der eigentlichen Entwickelung finden sich, wenigstens so weit ich dieselben zu verfolgen vermochte, mit Ausnahme einiger minder wichtigen Puncte, wie der Ausbreitung des Flimmerepithelium u. s. w., ganz die nämlichen Vorgänge; dagegen muss man zugeben, dass die Achtfüssler bei ihrem Austritte aus dem Ei der Vollendung ferner stehen als die Zehnfüssler, was besonders aus der rudimentären Bildung der Kiemen und Arme, den sparsam vorkommenden Pigmentflecken, dem Mangel der Schale, der unverhältnissmässigen Grösse der Augen, des Tintenbeutels u. s. w., zu ersehen ist. — Die Differenzen der einzelnen Gattungen habe ich oben schon berührt und glaube sie daher hier übergehen zu können.

Wenn wir nun noch zum Schlusse die Entwickelung der Cephalopoden mit derjenigen der übrigen Thiere vergleichen, so fällt es nicht schwer, bestimmte Merkmale aufzufinden, welche dieselbe von derjenigen der Wirbel- oder Gliederthiere unterscheiden. Während nämlich bei diesen der Theil des Leibes, der die Hauptmassen des Nervensystemes

enthält, zuerst sich bildet, ist es bei den Cephalopoden der Hinterleib oder der Manteltheil, der vor allen andern Theilen entsteht. Bei den höheren Thieren findet die Bildung des Leibes nur nach zwei Richtungen statt, nämlich nach oben und unten, senkrecht auf die Ebene des Primitivtheiles, bei den Cephalopoden dagegen schreitet dieselbe in der Ebene des Primitivtheiles nach allen Seiten gleichmässig fort. Ein Gliederthier- oder Säugethierembryo ist in seiner ersten Anlage zwei mit den offenen Theilen von einander abstehenden Halbkanälen zu vergleichen und gelangt so zu seiner Vollendung, dass einer oder beide Halbkanäle zu einem vollständigen Kanale sich schliessen; ein Cephalopodenembryo dagegen erscheint als ein halbkugeliger oder cylindrischer Schlauch und erreicht dadurch seine Entwickelung, dass der Schlauch an seiner Mündung gleichmässig sich verengt und endlich in eine geschlossene Blase sich umwandelt. — Auch mit den unter den Mollusken stehenden Thieren, d. h. den bis jetzt in dieser Beziehung einzig untersuchten Polypen, Quallen und Eingeweidewürmern, lässt sich, was die Entwickelung anbelangt, ziemlich leicht ein Vergleich ziehen. Diesen niedersten Thieren fehlt ein Primitivtheil gänzlich, ihr Embryo entsteht nicht mit einem bestimmten Theile des Leibes zuerst, sondern mit dessen ganzer Oberfläche auf einmal, so nämlich, dass bei vorgeschrittener Furchung, die hier immer total ist, die peripherischen Furchungskugeln alle mit einander sich absondern und die Leibeswandungen darstellen. Hier ist also der Embryo ursprünglich gleich bei seinem Entstehen eine geschlossene Blase, während er bei den Cephalopoden erst in weiterer Entwickelung zu einer solchen wird.

Was dagegen die Mollusken selbst betrifft, so fällt es sehr schwer, eine genauere Vergleichung derselben mit den Cephalopoden anzustellen, da wir trotz der zahlreichen Untersuchungen von *Prevost* und *Carus* über die Acephalen, von *Stiebel, Pfeiffer, Dumortier, Pouchet, Quatrefages, von Baer, Sars, Van Beneden* und *Windischmann* über die Gasteropoden, von *Sars* und *Milne Edwards* über die Tunicaten noch nicht auf den Punct gelangt sind, einen klaren Ueberblick der Bildungsweise dieser Thiere zu besitzen. Doch scheint aus Allem, namentlich auch aus den neueren, trefflichen Beobachtungen über Limax (*Müller*'s Archiv, 1841), so viel hervorzugehen, dass auch bei ihnen nicht die ganze Körperoberfläche auf einmal entstehe, sondern dass die Bildung des Embryos von einem bestimmten Puncte aus beginne; das jedoch wage ich beim Mangel eigener Erfahrungen, und namentlich wegen der in diesem Puncte zu unsicheren Angaben Anderer, nicht zu bestimmen, ob der Urtheil der Schnecken- und Muschelembryonen dem Primitivtheile derer der Cephalopoden entspreche; zumal da es der vergleichenden Anatomie noch nicht gelungen ist, die Bildung der verschiedenen Glieder der grossen Reihe der Mollusken auf einen Grundtypus zurückzuführen, und weil es insonderheit noch gänzlich unausgemacht ist, ob der Rücken der Cephalopoden dem Rücken der Gasteropoden entspreche, wofür die Lage der Schale, der Augen und des ganzen Thieres zeugen, oder ob ihr Bauch dem Rücken der Schnecken

gleichzuhalten sei, was aus der Stellung der Geschlechtsorgane, des Trichters, der Arme, Athem- und Circulationswerkzeuge hervorzugehen scheint. Obschon also die Cephalopoden mit den übrigen Mollusken durch den Besitz eines Primitivtheiles übereinkommen, so sind sie hinwiederum durch einige auffallendere Merkmale von denselben geschieden. Vor Allem ist hier die partielle Furchung zu nennen, die, man darf es wohl annehmen, allen Cephalopoden zukommt, während die übrigen Mollusken, d. h. die bis jetzt untersuchten Gasteropoden, Acephalen und Tunicaten, durchweg totale Furchung besitzen; ferner sind auch die Faltungen der Eier ein, wenn schon nicht wesentliches, Unterscheidungszeichen. Dann fehlt allen Mollusken ein äusserer Dottersack mit einziger Ausnahme von Limax, wo derselbe jedoch viel früher in den Leib aufgenommen wird, als bei den Cephalopoden. Endlich möchte auch die Entstehung des Darmkanales unabhängig vom Dottersacke eine nicht unbedeutende Eigenthümlichkeit der Cephalopoden sein; doch lässt sich hierüber nichts Sicheres aussagen, da es bei den anderen Mollusken gar nicht als ausgemacht betrachtet werden kann, dass derselbe aus dem Dottersacke seinen Ursprung nimmt.

Wenn ich nicht fürchtete, zu weit abgeführt zu werden, würde ich gern noch weiter in das Gebiet der vergleichenden Entwickelungsgeschichte eingehen, eine Wissenschaft, deren hohe Bedeutung ihr Gründer *von Baer* so einleuchtend gezeigt hat; so aber begnüge ich mich hier mit einigen Andeutungen über eine Eintheilung der Thiere nach ihrer Entwickelung.

Die Grundsätze, welche *von Baer* in seinem berühmten Werke (Thl. I, pag. 219 sqq.) aufstellte, und welche trotz der mannigfachen Erfahrungen neuerer Zeit immer noch als richtig sich bewähren, wenn sie schon im Einzelnen weiter ausgeführt oder genauer begründet werden können, betreffen, wie es der damalige Standpunct der Wissenschaft mit sich brachte, nur die Formverhältnisse und lassen die Entwickelung der Elementartheile der Organismen ganz unberücksichtigt. Nachdem *von Baer* gezeigt hat, dass alle Thiere im Beginne der Entwickelung im Wesentlichen sich gleich und höchst wahrscheinlich alle hohle Kugeln sind, nachdem er bewiesen hat, dass dieselben aus dem Allgemeinsten der Form zum weniger Allgemeinen und endlich zum Speciellsten sich durchbilden, versucht er es, dieselben nach ihrer Entwickelung einzutheilen und stellt folgende 4 Typen auf:

1) Strahlenförmige Entwickelung (evolutio radiata), welche von einem Mittelpuncte aus das Gleichnamige peripherisch wiederholt.
2) Gewundene Entwickelung (evolutio contorta), welche das Gleichnamige um einen Kegel oder anderen Raum dreht.
3) Symmetrische Entwickelung (evolutio gemina), die das Gleichnamige von einer Achse zu beiden Seiten bis zu einer der Achse gegenüberliegenden Schlusslinie vertheilt.

4) Doppelt symmetrische Entwickelung, die von einer Achse aus das Gleichnamige von beiden Seiten aus nach oben und unten vertheilt und in zwei Schlusslinien zusammenführt, so dass die innere Schicht des Keimes unten, die obere Schicht desselben oben umschlossen wird.

Diese Eintheilung, die gewiss zu der Zeit, wo sie entstand, kaum besser gegeben werden konnte, trägt den Mangel an sich, dass sie eben wegen der unvollkommenen Kenntnisse der Entwickelungsgeschichte eigentlich eben so sehr auf der Vergleichung der vollendeten als der werdenden Thiere fusst, was namentlich von der ersten und zweiten Abtheilung und zum Theil von der dritten gilt, die ganz von diesem Standpuncte aus aufgestellt sind. Jetzt da die Entwickelungsgeschichte durch die mannigfachsten Entdeckungen bereichert wurde, da die Kenntniss der einfacheren Formelemente, man kann wohl sagen, ganz neu erstand, sollte man glauben, dass es möglich wäre, eine rein auf dieselbe gegründete Vergleichung der thierischen Geschöpfe zu geben. Allein kaum sind wir im Stande auch nur in morphologischer Beziehung eine solche einigermassen befriedigende zu entwerfen, und was eine histologische Eintheilung betrifft, so mangelt uns noch so unendlich viel, dass hieran auch nicht von ferne gedacht werden kann. Zwar kennen wir schon manche bei der Entwickelung auftretende Gewebeverhältnisse, wir wissen z. B., dass die ersten Embryonalzellen entweder frei im Dotter liegen, oder mit demselben — sei es dem ganzen oder einem Theile — sich umhüllen, wir kennen eigenthümliche Fortpflanzungsweisen derselben bei verschiedenen Thieren — man denke nur an den merkwürdigen Fortgang der Furchung bei Sepia — und noch andere ihrer Eigenthümlichkeiten, wir wissen, dass auch bei der totalen Furchung gar nicht alle Kugeln für die Bildung des Embryos dieselbe Bedeutung haben, sondern bei gewissen Thieren (Batrachier) später zum Theil, d. h. die im Dottersacke liegenden, resorbirt werden, bei anderen (Ascariden u. s. w.) alle in den Leib des jungen Thieres übergehen; allein wir sind nicht im Stande, diese Thatsachen ihrer eigentlichen Bedeutung nach zu erkennen und müssen sie für einstweilen als ganz unbrauchbar bei Seite lassen. Wie ich oben schon andeutete, ist hierin die Botanik, zum Theil wenigstens, viel weiter. So ist es *Nägeli* gelungen, nicht bloss bei den Algen, die aus einer einzelnen Zelle bestehen, sondern auch complicirtere für die Entwickelung eines jeden Genus, ja oft für die Species, ganz bestimmte Unterschiede aufzufinden; so z. B. kennt er eine aus einer einzigen Zelle bestehende Alge, die an ihrer Spitze unbegrenzt wächst und unterhalb ihrer Spitze fortwährend Aeste mit begrenztem Wachsthume treibt, eine andere, ebenfalls einzellige, die nur bis zu einer gewissen Länge wächst und dann seitlich aus der Spitze zwei Aeste treibt, die auf dieselbe Weise sich begrenzen und neue Aeste treiben. Was die mehrzelligen Algen betrifft, so finden sich bei denselben ähnliche, von der Vermehrungsweise der Zellen hergenommene Unterschiede.

Bei den höheren Pflanzen dagegen sind auch die Botaniker nicht weiter als bis zu einer morphologischen Auffassung der Entwickelungsgeschichte gelangt.

Was nun die für jetzt noch einzig mögliche morphologische Auffassung der Entwickelung der Thiere betrifft, so hat *Baer*'s Scharfsinn das Richtige geahnt, wenn er denselben Allen ursprünglich die Gestalt hohler Kugeln oder Blasen zuschreibt. Bei den Thieren mit vollkommener Furchung nämlich verwandelt sich zu einer gewissen Zeit die äusserste Schicht der Kugeln zu einer eigenthümlichen, blasenförmigen Hülle, Keimblase bei den Säugethieren nach *Bischoff*, Umhüllunghaut der Batrachier nach *Reichert*, während bei denen mit partieller Furchung diese Hülle dadurch sich bildet, dass vom Furchungspole aus die Furchungskugeln sich immer weiter über den Dotter ausbreiten und denselben endlich umschliessen. Das allgemeine Vorkommen einer solchen Hülle, die man Keimblase nennen könnte, ist wohl, mit Ausnahme *von Baer*, nur darum übersehen worden, weil sie bei den Einen Thieren sich bildet, bevor die Anlagen des Embryos vorhanden sind, so meist da, wo totale Furchung sich findet, bei anderen dagegen der Embryo schon während deren Entstehung sich anzulegen beginnt. Bei dieser Keimblase nun, als dem letzten allen Thieren gemeinsamen Momente, muss die Vergleichung der verschiedenen Typen der Entwickelung begonnen werden. Man kann nach der Art und Weise, wie die erste Anlage des Embryos sich bildet, zwei Hauptformen unterscheiden.

1) Allseitige Entwickelung, Evolutio ex omnibus partibus, bei welcher der Embryo mit seiner ganzen Leibesoberfläche auf einmal entsteht.
2) Einseitige Entwickelung, Evolutio ex una parte, wo der Embryo mit einem einzelnen Theile, dem sogenannten Primitiv- oder Urtheile, zuerst sich bildet.

Der erste Typus findet sich wohl bei allen unter den Mollusken stehenden, durch wahre Eier sich fortpflanzenden Thieren und ist durch die Erfahrung bei den Polypen, Quallen und Eingeweidewürmern nachgewiesen, bei denen allen der Haufe der kleineren Furchungskugeln unmittelbar in den Embryo übergeht. Hier ist also die Keimblase selbst Embryo. Die verschiedenen Abtheilungen, die zu diesem Typus gehören, lassen sich für jetzt nicht anders unterscheiden, als durch die Art und Weise des Wachsthumes, welches bei den einen in der Längenrichtung, bei den anderen in der Querrichtung erfolgt.

Der zweite Typus ist bei den Mollusken, Glieder- und Wirbelthieren verwirklicht. Er scheidet sich nach der Beschaffenheit des Primitivtheiles und nach der Art und Weise, wie der Embryo aus demselben hervorwächst, in zwei Gruppen:

a. mit doppeltsymmetrischer Entwickelung (Evolutio bigemina), wo der Primitivtheil die Nervenseite des Thieres ist und der Embryo vom Primitivtheile aus nach zwei entgegengesetzten Richtungen mit symmetrischen Theilen hervorwächst (Glieder-, Wirbelthiere).

b. mit strahliger Entwickelung (Evolutio radiata), wo der Primitivtheil dem Hinterleibe gleich ist und durch flächenartige, nach allen Seiten gleichmässige Ausbreitung wächst (Mollusken).

Bei jeder dieser Gruppen können noch zwei grössere Abtheilungen unterschieden werden, die ich in folgendem Schema, das eine Uebersicht der ganzen Eintheilung enthält, angemerkt habe:

Schema der Entwickelung der Thiere.

Der Embryo entsteht:

mit einem Primitivtheile, Evolutio ex una parte, wächst:

nach zwei Richtungen mit Symmetrie beider Seiten, Evolutio bigemina, die Rückenplatten

verwachsen: Wirbelthiere

bleiben offen, werden zu Gliedern: Gliederthiere

in der Fläche nach allen Richtungen gleichmässig, Evolutio radiata, umschliesst die Keimblase

ganz sehr früh: Gasteropoden Acephalen

spät (vorübergehender Dottersack): Limax

schnürt sich von der Keimblase ab (ächter Dottersack): Cephalopoden

mit dem ganzen Leibe zugleich, Evolutio ex omnibus partibus, wächst:

in der Richtung seiner Querachse mit dem Hinterleibe: Strahlthiere

wächst nicht: Quallen

in der Richtung seiner Längenachse mit dem Vorderleibe, der Hinterleib:

wächst in die Länge: Polypen

Würmer

Wenn wir nun auch, wie aus dieser Tabelle hervorgeht, so viel erreicht haben, dass wir die Hauptgruppen der Thiere nach ihrer Entwickelung unterscheiden können, so fehlt doch noch viel zu einem befriedigenden Resultate. Wir kennen eigentlich nur die allgemeinsten Momente, die uns die erste, etwas genauere Beobachtung ergiebt; von den feineren Verhältnissen, auch abgesehen von der Histologie, ist uns noch das Meiste unbekannt, so namentlich was die Bildung der Eingeweide anbelangt. Doch lässt der mit jedem Tage zunehmende Eifer für das Studium der Entwickelungsgeschichte, der durch die immer fleissiger benutzten Mikroskope stets neu belebt wird, hoffen, dass das von dem grossen Forscher, *von Baer*, begonnene Werk immer schöneren Fortgang nehmen und in nicht entfernter Zeit eine vergleichende Entwickelungsgeschichte das grosse Material in ein harmonisches Bild zusammenfassen werde.

Erklärung der Tafeln.*)

Tafel I.

Fig. I — VIII. Keimstellen der Eier von Sepia während der Furchungen, in 40maliger Vergrösserung. In den Segmenten sind die Körner des Dotters weggelassen.

Fig. I. Keimstelle des zweiten Stadium mit zwei Furchungssegmenten.
- a. Körnchenhaufe in der Mitte der Segmente.
- b. Embryonalzelle sammt Kern.

Die Buchstaben a und b haben in den Fig. I — IV dieselbe Bedeutung.

Fig. II. Keimstelle des dritten Stadium mit vier Furchungssegmenten.
- c. Aeussere Begrenzungslinie der Segmente.

Fig. III. Keimstelle mit sieben Furchungssegmenten, nämlich sechs Achtels- und einem Viertelsegmente d. Uebergangsstadium

Fig. IV. Keimstelle des fünften Stadium mit acht Furchungssegmenten und der ersten Generation von Furchungskugeln e.

Fig. V. Keimstelle des sechsten Stadium mit 16 Segmenten und 16 Kugeln.

Fig. VI. Keimstelle des siebenten Stadium. Zwei Segmente f stehen noch auf der Stufe des sechsten.

Fig. VII. Keimstelle des achten Stadium. Zwei Segmente g, von denen eines zwei Embryonalzellen enthält, stehen noch auf der Stufe des siebenten; eine äussere Kugel h ist in zwei neue zerfallen.

Fig. VIII. Keimstelle des neunten Stadium. An zwei Segmenten i haben sich schon die Spitzen abgeschnürt.

Fig. IX – XII. Eier von Sepia mit den Faltungen der Dotterhaut, achtmal vergrössert.
- a. Eikapseln.
- b. Dotterhaut.
- c. Stiele der Eikapseln.
- d. Keimbläschen.
- e. Falten der Dotterhaut.
- f. Auswüchse des Dotters.

Fig. IX. Drei Eierstockseier aus der Faltungsperiode. Die Falten sollten noch regelmässiger in Längs- und Querreihen stehen.
1. Junges Ei.
2. Ei aus der mittlern Zeit.
3. Altes Ei.

Fig. X. Ei aus der Mitte der Faltungsperiode vom stumpfen Pole aus besehen.

Fig. XI. Mitte des spitzen Poles desselben Eies.

Fig. XII. Querdurchschnitt desselben Eies.

Fig. XIII. Furchungskugeln von Sepia.
1. Furchungskugel auf schwarzem Grunde mit zwei Embryonalzellen sammt deren Kernen und den um dieselben gruppirten Körnchen.
2. Zwei kleinere Kugeln, wie sie nach der Theilung einer grössern beisammen liegen.
3. Eine grössere und eine kleinere Furchungskugel, von denen die erstere in ihrer Embryonalzelle einen Kern enthält.

Fig. XIV. Ganze Dotter von Sepia mit den Keimstellen, fünfmal vergrössert.
1. Dotter mit der Keimstelle aus dem dritten Stadium der Furchung, von der Seite gesehen.
2. - - - - - - - - - Fläche -
3. - - - - - - - - - oben gesehen. Der Dotter ist dicht unterhalb der Keimstelle der Quere nach durchschnitten.
4. Dotter mit der Keimstelle aus dem vierten Furchungsstadium.

Tafel II.

Fig. XV. Ein Stück von dem äussersten Theile der Keimstelle zur Zeit des Schwindens der Furchungssegmente, etwa 100 mal vergrössert.

---

*) Wegen der Entfernung des Lithographen von meinem Wohnorte haben sich namentlich in der Bezeichnung der Theile und der Gruppirung der Figuren manche Fehler eingeschlichen, die ich zu entschuldigen bitte.

a. Zweitletzte Reihe von Furchungskugeln.
b. Letzte - - -
c. Segmente.
α. Unveränderte.
β. Solche, wo die Abschnürung der Spitzen begonnen hat.
γ. - - - - - fast vollendet ist und die äussern Grenzlinien geschwunden sind.
δ. Körnchen, die nicht in die sich abschnürenden Kugeln übergehen.

Fig. XVI—XXXV. Weitere Entwickelung der Embryonen von Sepia, in achtmaliger Vergrösserung. Folgende Buchstaben bedeuten in allen Fig. die nämlichen Theile:

a. Mantel.
b. Augen.
c. Kiemen.
d. Trichterhälften.
e. Knorpel des Trichters.
f. Peripherischer Keim oder äusserer Dottersack.
g. Mund.
h. Vorderer Kopflappen,
i. Hinterer.
k. After.
l. Vereinigungsmasse der hintern Trichterschenkel.
m. Aortenherz.
n. Vorderer Trichtermuskel.
o. Muskel, der vom Nerven des gangl. stellatum durchbohrt wird.
p. Dotter.
q. Umgeschlagener Rand der vordern Trichterschenkel.
r. Flossen.
t. Pupille.
u. Trichter.
v. Oeffnung desselben.
w. Manteltheil des innern Dottersackes.
x. Hintere Lappen dieses Manteltheiles.
y. Kiemenherz.
z. Anhang desselben.
α. Afteröffnung.
β. Mastdarm.
γ. Tintenbeutel.
δ. Venenanhänge.
ε. Duodenum.
ϑ. Magen.
ζ. Hohlvene.
η. Kiemenvenen.
ϰ. Leberhälften.
λ. Gallengänge.
μ. Schale.
ν. Leistchen, die durch die mittlere Kante und den hintern Rand der Schale bewirkt werden.
ρ. Oeffnung der Augenlieder.
σ. Insertion des Halstheiles des innern Dottersackes.
τ. Spalte zwischen den Rückenlappen des Manteltheiles des innern Dottersackes sammt dem Halbkanale, in welchem Aorta und Oesophagus verlaufen.
φ. Speicheldrüsen.
χ. Speiseröhre.
ψ. Mundmasse.
ω. Ausführungsgang derselben.

Fig. XVI. Ein Embryo zwischen dem ersten und zweiten Stadium. (Siehe Abschn. 3 des Textes.)
Fig. XVII. - - aus dem vierten Stadium.
Fig. XVIII. - - - fünften - mit der Ausnahme, dass die hinteren Kopflappen noch nicht verschmolzen sind. In dieser Figur mangelt durch einen Fehler des Lithographen die Bezeichnung der Kiemen des Knorpels des Trichters und des vordern Trichtermuskels, die ich durch Vergleichung mit Fig. XIX zu ergänzen bitte.
Fig. XIX. Ein Embryo aus dem sechsten Stadium.
Fig. XX. - - - siebenten - Die Lage des nunmehr verborgenen dritten und vierten Armpaares ist auf der rechten Seite durch punktirte Linien angegeben.
Fig. XXI. Ein Embryo aus dem siebenten Stadium, von hinten.
Fig. XXIV. - - - vierten - - -
Fig. XXV. - - - - - - der Seite.

Tafel III.

Fig. XXII. Ein Embryo aus dem siebenten Stadium von vorn, mit aufgehobenem Mantel.
Fig. XXIII. - - - - - - der Seite.
Fig. XXVI. - - - achten Stadium, von der Bauchseite. Der Dottersack ist ganz geschlossen, die Bildung des Trichterkanales hat begonnen.
Fig. XXVII. Rückseite desselben Embryo.
Fig. XXVIII. Ein Embryo 3—4 mal kleiner als sein Dottersack von der Seite gesehen.
Fig. XXIX. Derselbe von der Bauchseite mit theilweise abgetragenem Mantel.
Fig. XXX. - - - - - - - und entfernten Kiemen, Herzen, vordern Trichtermuskeln und Venenanhängen. Hier muss der Kreis bei ε, dessen eine Hälfte durch eine punktirte Linie bezeichnet ist, ganz wegfallen.

Fig. XXXI. Derselbe von der Rückseite; das vierte Armpaar greift über das fünfte, die Schale schimmert durch.

Fig. XXXII. Fast reifer Embryo von der Rückenseite. Die fälschlich mit r und v bezeichneten Doppellinien sind Leistchen, die durch Hervorragungen der Schale bewirkt werden.

Tafel IV.

Fig. XXXIII. Fast reifer Embryo von der Bauchseite. Die nicht bezeichneten Linien bedeuten ziemlich constant vorkommende Falten des Mantels.

Fig. XXXIV. Bauchtheil des innern Dottersackes von demselben Embryo mit den darauf befindlichen Eingeweiden.

Fig. XXXV. Derselbe mit weggenommenen Kiemen, Herzen, Venenanhängen und Tintenbeutel.

Fig. XXXVI — XXXVIII zeigen das Grössenverhältniss der Dotter von Sepia zu der Keimstelle und den Embryonen in viermaliger Vergrösserung.

Fig. XXXVI. Dotter mit der Keimstelle aus der Zeit kurz nach dem Schwinden der Furchungssegmente.

Fig. XXXVII. Dotter mit einem Embryo aus dem vierten Stadium. (Siehe Fig. XVII.)

Fig. XXXVIII. Ein Embryo 3 — 4 mal kleiner als sein Dottersack. (Siehe Fig. XXXI.)

Fig. XXXVI b. Keimstelle kurz nach dem Schwinden der Segmente in 64maliger Vergrösserung.

Fig. XXXIX – XLIV. Verschiedene Entwickelungsstufen des Dottersackes von Sepia, achtmal vergrössert.

a. Aeusserer Dottersack.
b. Innerer.
1. Kopftheil des innern Dottersackes.
2. Halstheil des innern Dottersackes.
3. Manteltheil - -
α. Rückenfurche des Manteltheiles.
β. Rückenlappen - -
γ Hintere Lappen -
δ. Darmausschnitt des Manteltheiles.
ε. Quere Rückenfurche -
ζ. Kanal für die Speiseröhre und Aorta.

Fig. XXXIX. Dottersack des Embryo von Fig. XX.
Fig. XL. - - - - XXVI.
Fig. XLI. - - - - XXVIII von der Bauchseite.
Fig. XLII. - - - - - - Seite.
Fig. XLIII. - - - - XXXII vom Rücken aus.
Fig. XLIV. - - - - - von der Seite.

Tafel V.

Fig. XLV. Stäbchen, welche die Plättchen der Bauchschicht junger Sepienschalen verbinden.

Fig. XLVI. Ein einzelnes Stäbchen, mehr vergrössert.

Fig. XLVII. Kapillargefässe älterer Sepienembryonen mit den Resten der Embryonalzellen.

Fig. XLVIII. Ein Stück der Kiemenvene eines ältern Sepienembryo.

a. innere, strukturlose Haut.
b. aufliegende Fasern, mit Ueberresten von Embryonalzellen.

Fig. XLIX. Grösseres Kapillargefässstämmchen v. Sepia, mit strukturloser Wandung und Resten von Embryonalzellen.

Fig. L. Grosse polygonale Zellen mit Embryonalzellen sammt deren Kernen, welche den innern Dottersack von Sepia bilden.

Fig. LI. Embryonalzellen im Uebergange in Fasern (Kernfasern) aus der Lederhaut von Sepia.

Fig. LII. In der Bildung begriffene Muskelfasern von Sepia aus den Trichtermuskeln.

Fig. LIII. Knorpelzellen aus der Knorpelhaut des Auges einer erwachsenen Sepia:

a. eingeschlossene, secundäre Zellen dieser letzteren;
b. homogene primäre Zellen derselben;
c. bläschenartige - - mit Kern;

Fig. LIV. Primitives Knorpelgewebe eines Sepienembryo:

a. homogene Grundsubstanz;
b. Vergrösserte Embryonalzellen sammt Kernen.

Fig. LV. Muskelfasern einer jüngern Sepia mit Körnerhäufchen, d. i. den Resten der Embryonalzellen.

Fig. LVI. Arm eines ganz jungen Sepienembryo mit den auf Wärzchen stehenden Häufchen von Flimmerhaaren.

Fig. LVII. Verdauungswerkzeuge eines reifen Embryo. — Die Buchstaben bedeuten dasselbe, wie oben bei Fig. XVI – XXXV.

Fig. LVIII. Aortenherz eines jungen Sepienembryo.

1. Herz.
2. Hintere Aorta (Aorta ant. D. Ch.).
3. Vordere Aorta (Aorta post. D. Ch.).
4. Kiemenarterien.

Fig. LIX. Querdurchschnitt des Auges eines jungen Loligoembryo.
a. Aeussere Bedeckungen.
b. Linsengrube.
c. Linse.
d. Sclerotica.
e. Retina und Pigmentschicht.
f. Centrale Masse.
g. Iris.
h. Ligamentum ciliare.

Fig. LX – LXIII. Gehörorgane von Cephalopodenembryonen, 100 mal vergrössert.
a. Gehörstein.
b. Wandung der Gehörkapsel.
c. Kanal, der mit derselben in Verbindung steht.
d. Flimmerhaare desselben.
e. Vorsprung der Wandung der Kapseln.

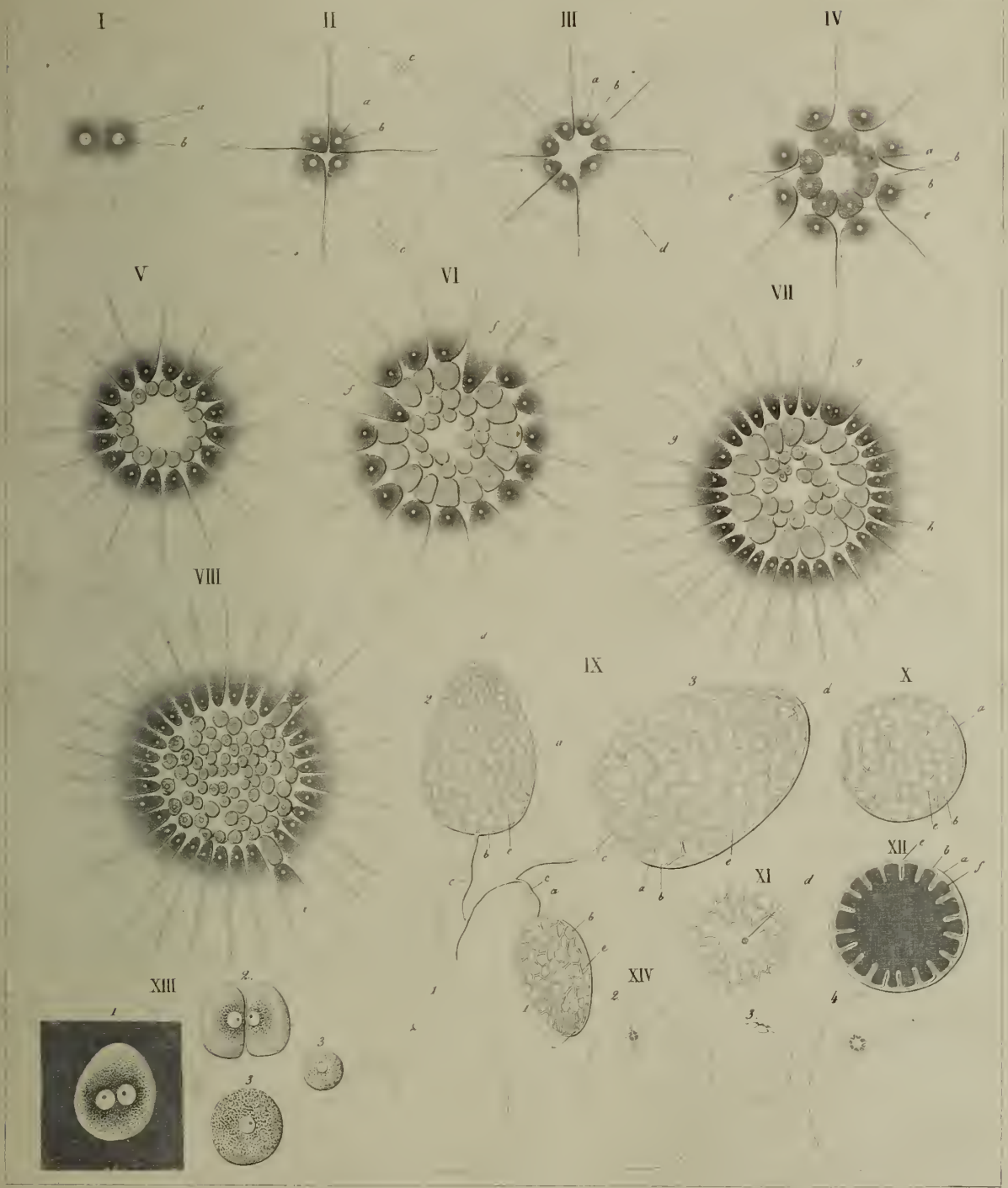
Fig. LX. Linke Gehörkapsel von Argonauta argo.
Fig. LXI. - - - Loligo sagittata.
Fig. LXII. Beide Gehörkapseln von Sepia officinalis.

Tafel VI.

Fig. LXIII. Kanal der linken Gehörkapsel von Sepia, sehr vergrössert.
Fig. LXIV. Eine von den eigenthümlichen Zellen mit Haarbüscheln, die in Grübchen der Haut von Argonauta sitzen.
Fig. LXV. Keimfleck von Rana auf schwarzem Grunde, mit 5 Excavationen.
Fig. LXVI. Ei eines Cyclopsartigen Meerbewohners, der inmitten der Furchungskugeln drei Oeltropfen enthält.
Fig. LXVII. Primäre Zellen der Furchungskugeln von Rana, eine mit zwei Tochterzellen.
Fig. LXVIII. Secundäre Zellen aus der Allantois eines Eidechsenembryo, mit runden und länglichen, meist doppelt vorhandenen primären Zellen, deren Kerne rund, länglich oder eingeschnürt sind, auch zu zweien vorkommen.
Fig. LXIX. Zellen des Chylus der Katze.
a. Primäre Zellen mit Kern.
b. Secundäre Zelle mit einer primären.
c. - Zellen mit länglichen primären, von denen eine einen eingeschnürten Kern enthält.
d. - Zelle mit zwei aneinander liegenden primären, die jede einen Kern enthalten.

Fig. LXX – LXXVI. Entwickelung von Argonauta argo.
a. Chorion.
1. Stiel desselben.
2. Vorsprung desselben.
b. Dotter.
c. Keim.
d. Flimmern desselben.
e. Mantel.
f. Kopf.
g. Peripherischer Keim oder äuss. Dottersack.
h. Trichterhälften.
i. Augen.
k. Arme.
1. Erstes Paar.
2. Zweites -
3. Drittes -
4. Viertes -
l. Innerer Dottersack.
m. Manteltheil desselben.
n. Ganglion des Sehnerven.
o. Mund.
p. Gehörkapseln.
q. Gehörstein.
r. Kiefer.
s. Zunge.
t. Speiseröhre.
u. Anschwellung derselben.
v. Speicheldrüsen.
w. Ausführungsgänge derselben.
x. Gemeinschaftlicher Speicheldrüsengang.
y. Magen.
z. Duodenum.
α. Kiemenherz.
β. Aortenherz.
γ. Tintenbeutel.
δ. Afteröffnung und Mastdarm.
ε. Aorta.
ζ. Kiemenarterie.
η. Kiemen.
ϑ. Anhang der Kiemenherzen.
ϰ. Läppchen derselben.
λ. Trichter.
μ. Oeffnung desselben.
ν. Saugnäpfe der Arme.

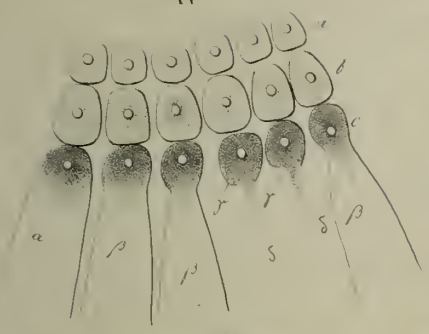
Fig. LXX. Ein Ei mit bewimperter, einen Viertheil des Dotters überziehender Keimschicht.
Fig. LXXI. Ein Ei mit der ersten Andeutung des Mantels.
Fig. LXXII. Weiter vorgerückter Embryo, dessen Dottersack den Dotter fast umhüllt.
Fig. LXXIII. Ein vom Dottersacke fast abgeschnürter Embryo mit noch ungefärbten Augen, von der Seite.
Fig. LXXIV. Derselbe Embryo vom Rücken aus gesehen.
Fig. LXXV. Reifer Embryo vom Rücken aus. Der Manteltheil des innern Dottersackes ist kürzer dargestellt als in der Wirklichkeit, damit die Eingeweide besser zum Vorschein kommen.
Fig. LXXVI. Reifer Embryo vom Bauche aus. Die Kiefer sind in der Zeichnung weggelassen.



Lith. v. R. Wallis in Luzern

A. Kölliker del.

XV

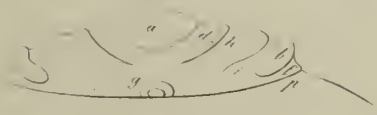


XVII

XIV

XVI

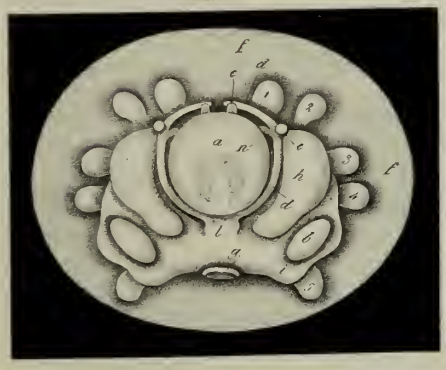
XVIII



XVIII

XX

XIX



XXI

Lith.v.B.Wallis in Luzern

K. Kölliker del.

XXII

XXIII

XXVIII

XXVI

XXVII

XXV

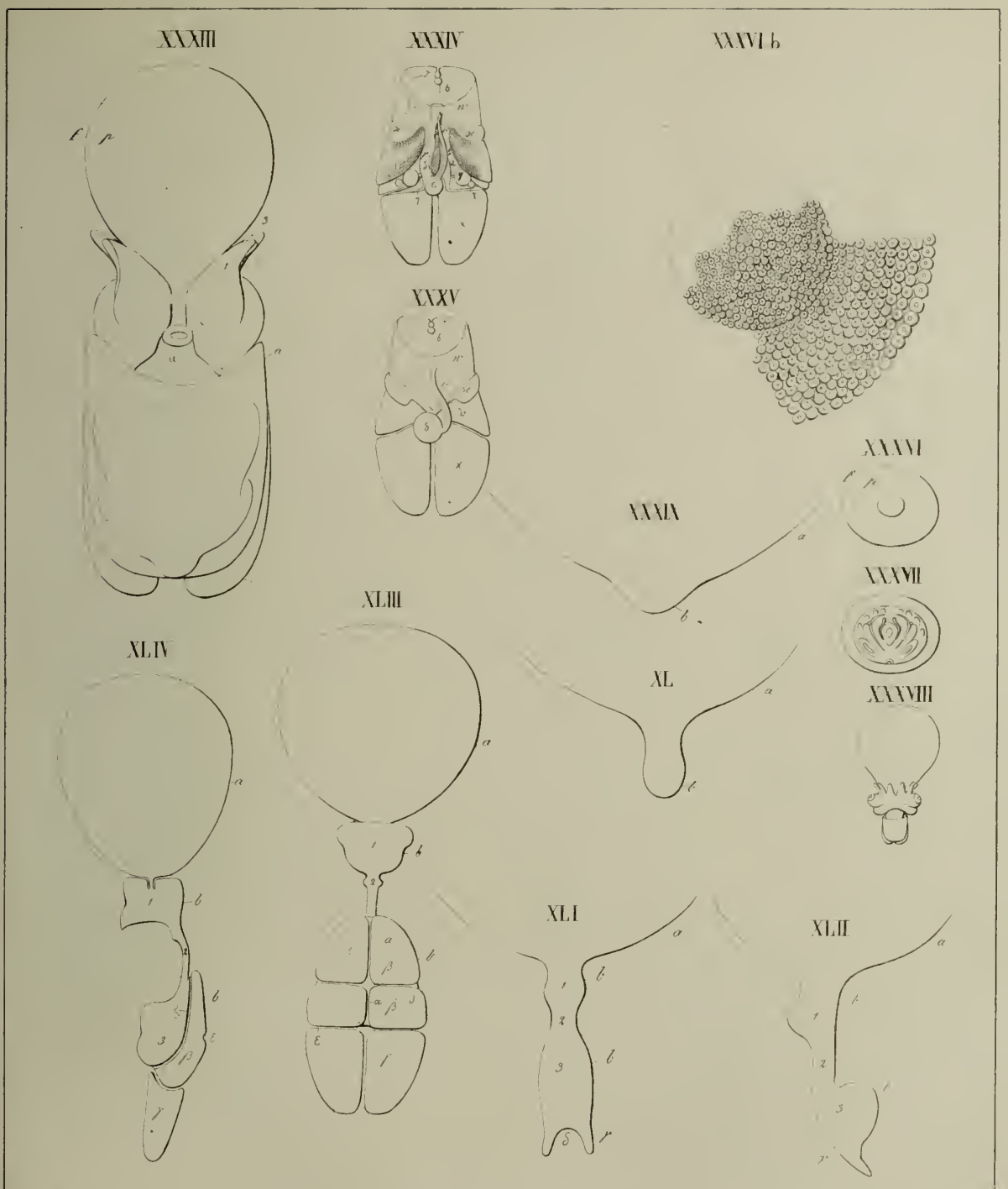
XXIV

XXI

XXXII

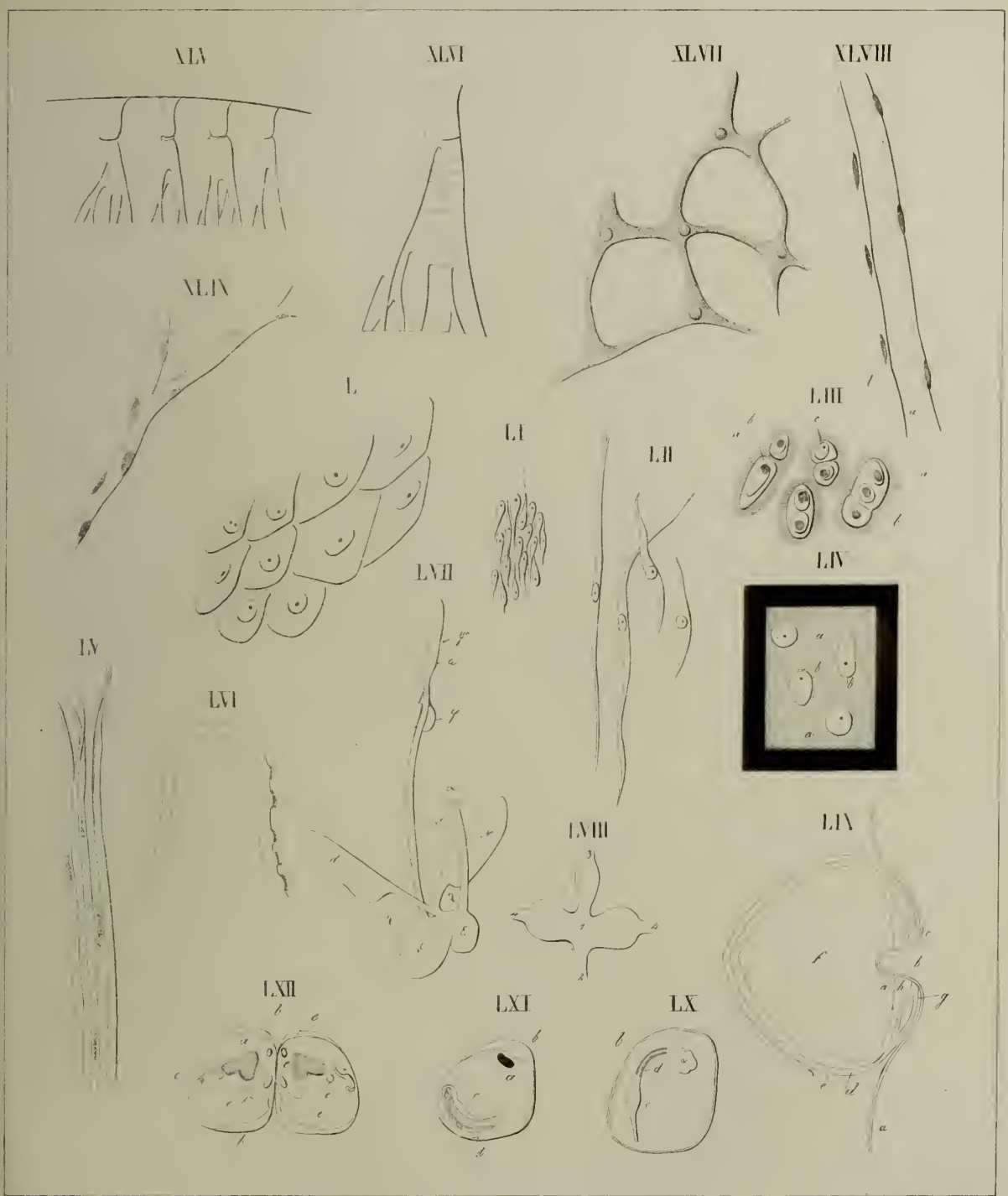
Lith. v. R. Wallis in Luzern

Dr. Kölliker del.



Lith. v. R. Wallis in Luzern

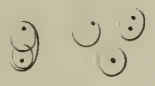
Dr Kölliker del.


XLV
XLVI
XLVII
XLVIII
XLIX
L
LI
LII
LIII
LIV
LV
LVI
LVII
LVIII
LIX
LX
LXI
LXII

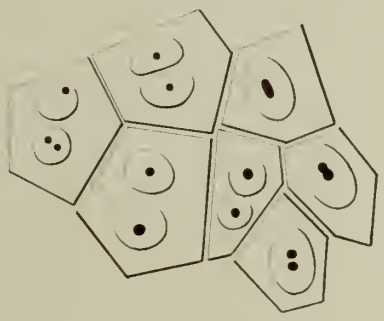
LXIII

LXVI

LXVII



LXVIII

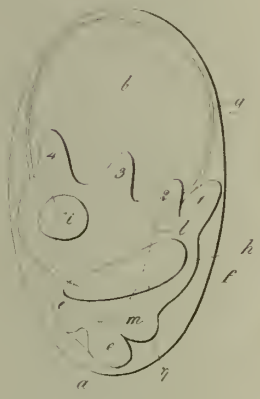


LXIV

LXV

LXIX

LXXIII



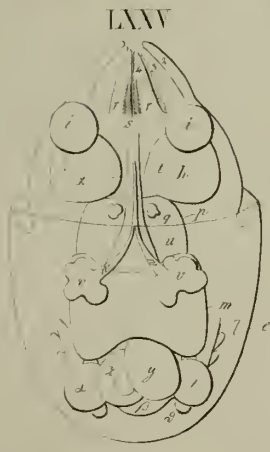
LXXII

LXXI

LXX

LXXVI

LXXV



LXXIV